

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

24. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月28日

出願番号
Application Number: 特願2003-090792
[ST. 10/C]: [JP2003-090792]

出願人
Applicant(s): 株式会社リコー

REC'D 21 MAY 2004

WIPO

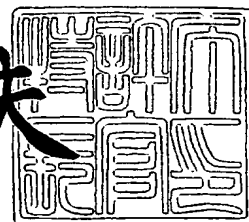
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 187989

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/92

【発明の名称】 画像圧縮装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

【氏名】 門脇 幸男

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像圧縮装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像データを周波数解析して得られる係数データを処理単位に分割し、各処理単位の係数データを符号化して符号データを生成する符号化部と、

上記符号化部において生成される符号データの内、各処理単位の係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データから削除する内容を決めるトランケーションデータを、データ No. の増加に伴い符号データの削減量が次第に増加又は減少するように、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するように並べたトランケーションテーブルと、

トランケーションデータに従い各処理単位の符号データを削除した後の符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 つのトランケーションデータのデータ No. を特定するレートコントロール部とを備えることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像圧縮装置において、

上記レートコントロール部は、指定されたデータ No. のトランケーションデータを上記トランケーションテーブルから読み出し、読み出したトランケーションデータの内容に従い各処理単位の符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを削除する場合の符号データの変量を算出する演算部と、

上記演算部により算出される符号データの変量と目標値との比較結果に基づいて上記演算部に指定するデータ No. を増減させて、算出される符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 のデータ No. を特定するデータ No. 特定部とで構成されることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像圧縮装置において、

更に、各処理単位の符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データをトランケーションテーブルの内容に従い順に削除した場合の符号データの変量を表すデータを算出し、算出したデータをメモリに記憶するデ

ータ処理部を備え、

上記演算部は、トランケーションテーブルより読み出したトランケーションデータの内容に従い各処理単位の符号データを削除する場合の符号データの変量の合計を、上記データ処理部によりメモリに記憶しているデータに基づいて算出することを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の画像圧縮装置において、

上記データ処理部は、符号データの変量として、符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除する場合における削除毎の符号データの削減量を算出し、算出した削減量を表すデータをメモリに記憶する画像圧縮装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の画像圧縮装置において、

上記データ処理部は、符号データの変量として符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除した場合の削除後の符号データの総量を算出し、算出した符号データの総量を表すデータをメモリに記憶する画像圧縮装置。

【請求項 6】 請求項 3 に記載の画像圧縮装置において、

上記データ処理部は、符号データの変量として、符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除した場合において、全く符号データの削除を行っていない時の符号データの総量と削除後の符号データの総量との差を算出し、算出した差を表すデータをメモリに記憶する画像圧縮装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 の何れかに記載の画像圧縮装置において、

上記符号化部は、周波数解析として 2 次元離散ウェーブレット変換を行い、画像データを 2 次元離散ウェーブレット変換してえられるウェーブレット係数を、処理単位であるサブバンドに分割し、各サブバンドのウェーブレット係数を算術符号化して符号データを生成し、

上記トランケーションテーブルは、サブバンド毎に、符号データの内、ウェーブレット係数の下位ビット側のデータに対応する符号データを削除する内容を決

めるトランケーションデータを、データ No. の増加に伴い符号データの削減量が次第に増加又は減少するように、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するように並べ、

上記レートコントロール部は、指定するデータ NO. のトランケーションデータを上記トランケーションテーブルから読み出し、読み出したトランケーションデータの内容に従い各サブバンドの符号データの内、ウェーブレット係数の下位ビット側のデータに対応する符号データを削除した場合の符号データの変量を算出し、算出した符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 つのデータ No. を特定する画像圧縮装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、J P E G 2 0 0 0 等に準拠して画像データの圧縮符号化を行う画像圧縮装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、高精細画像を取り扱うのに適した圧縮符号化方法として J P E G 2 0 0 0 が知られている。J P E G 2 0 0 0 の符号化処理では、画像データを Y, C b, C r の各色成分のデータに変換した後、それぞれのデータに対して周波数解析として 2 次元離散ウェーブレット変換を行う。ウェーブレット変換により得られたウェーブレット係数のデータ（例えば 16 ビットデータ）を、サブバンド（たとえば、レベル 3 のウェーブレット変換の場合、3 L L, 3 H L, 3 L H, 3 H H, 2 H L, 2 L H, 2 H H, 1 H L, 1 L H, 1 H H）を処理単位としてビットプレーンに分割し、サブバンド毎に各ビットプレーンのデータを上位から順に 3 通りの方法によりスキャンして算術符号化を行う。上記 3 通りの方法は、“significant propagation pass”、“magnitude refinement pass”、“cleanup pass”と呼ばれている。

【0003】

符号データの圧縮は、上記 3 通りの方法によるスキャンで得られる各サブバン

ドの全コードブロックのコーディングパスの符号データを最下位のビットプレーン側から順に均一に削除（トランケーション）することにより行う。ここで、符号データの削除とは、削除するビットデータの値を 0（無効データ）に置きかえることをいう。J P E G 2 0 0 0 の符号化処理については、以下の非特許文献 1 に詳しく説明されている。

【0004】

【非特許文献 1】

「静止画像符号化の新国際標準方式（J P E G 2 0 0）の概要」、映像情報メディア学会誌 2000 年、V o l . 5 4、N o . 2、p p 1 6 4－1 7 1

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

J P E G 2 0 0 0 の符号化処理では、上述するように各サブバンドの最下位のビットプレーンに対応するコーディングパスの符号データから順に削除することで簡単に目標とする符号データの量（単に符号量と記すこともある）にまでデータ圧縮を行うことができるが、データ削除のしかたによっては、符号データを復号して得られる再生画像の質が大きく劣化する場合がある。

【0006】

J P E G 2 0 0 0 の標準では、各ビットプレーンに対し、データ削除後の符号データを復号して、データ削除前の元の画像との比較より歪み量を算出し、当該歪み量が最小となるデータ削除内容を特定するが、当該手法では、複雑な演算を繰り返し行うことが要求され、処理に時間を要する他、ハードウェア処理で実現することは非常に難しいといった問題があった。

【0007】

本発明は、再生画像の質をできるだけ保持しつつ、簡単な構成で迅速に目標の符号量に画像データの圧縮が行える画像圧縮装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の画像圧縮装置は、画像データを周波数解析して得られる係数データを処理単位に分割し、各処理単位の係数データを符号化して符号データを生

成する符号化部と、上記符号化部において生成される符号データの内、各処理単位の係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データから削除する内容を決めるトランケーションデータを、データ No. の増加に伴い符号データの削減量が次第に増加又は減少するように、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するように並べたトランケーションテーブルと、トランケーションデータに従い各処理単位の符号データを削除した後の符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 つのトランケーションデータのデータ No. を特定するレートコントロール部とを備えることを特徴とする。

【0009】

本発明の第 2 の画像圧縮装置は、上記第 1 の画像圧縮装置において、上記レートコントロール部は、指定されたデータ No. のトランケーションデータを上記トランケーションテーブルから読み出し、読み出したトランケーションデータの内容に従い各処理単位の符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを削除する場合の符号データの変量を算出する演算部と、上記演算部により算出される符号データの変量と目標値との比較結果に基づいて上記演算部に指定するデータ No. を増減させて、算出される符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 のデータ No. を特定するデータ No. 特定部とで構成されることを特徴とする。

【0010】

本発明の第 3 の画像圧縮装置は、上記何れかの画像圧縮装置において、更に、各処理単位の符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データをトランケーションテーブルの内容に従い順に削除した場合の符号データの変量を表すデータを算出し、算出したデータをメモリに記憶するデータ処理部を備え、上記演算部は、トランケーションテーブルより読み出したトランケーションデータの内容に従い各処理単位の符号データを削除する場合の符号データの変量の合計を、上記データ処理部によりメモリに記憶しているデータに基づいて算出することを特徴とする。

【0011】

本発明の第 4 の画像圧縮装置は、上記第 3 の画像圧縮装置において、上記デー

タ処理部は、符号データの変量として、符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除する場合における削除毎の符号データの削減量を算出し、算出した削減量を表すデータをメモリに記憶することを特徴とする。

【0012】

本発明の第5の画像圧縮装置は、上記第3の画像圧縮装置において、上記データ処理部は、符号データの変量として符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除した場合の削除後の符号データの総量を算出し、算出した符号データの総量を表すデータをメモリに記憶することを特徴とする。

【0013】

本発明の第6の画像圧縮装置は、上記第3の画像圧縮装置において、上記データ処理部は、符号データの変量として、符号データの内、係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データを順に削除した場合において、全く符号データの削除を行っていない時の符号データの総量と削除後の符号データの総量との差を算出し、算出した差を表すデータをメモリに記憶することを特徴とする。

【0014】

本発明の第7の画像圧縮装置は、上記何れかの画像圧縮装置において、上記符号化部は、周波数解析として2次元離散ウェーブレット変換を行い、画像データを2次元離散ウェーブレット変換してえられるウェーブレット係数を、処理単位であるサブバンドに分割し、各サブバンドのウェーブレット係数を算術符号化して符号データを生成し、上記トランケーションテーブルは、サブバンド毎に、符号データの内、ウェーブレット係数の下位ビット側のデータに対応する符号データを削除する内容を決めるトランケーションデータを、データNo.の増加に伴い符号データの削減量が次第に増加又は減少するように、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するように並べ、上記レートコントロール部は、指定するデータNO.のトランケーションデータを上記トランケーションテーブルから読み出し、読み出したトランケーションデータの内容に従い各サブバンドの符号データの内、ウェーブレット係数の下位ビット側のデータに対応する符号データを削

除した場合の符号データの変量を算出し、算出した符号データの変量が目標値であるとみなせる1つのデータNo. を特定することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照しつつ実施の形態1～3に係る画像圧縮装置について説明する。

【0016】

(1) 実施の形態1

(1-1) データ削除処理の概要

図1は、実施の形態1に係る画像圧縮装置100（図2を参照）が実行する符号データの削除（トランケーション）処理の内容を概説するための図である。例えば、矢印A1に示す 128×128 画素の画像データを符号化する場合について考える。まず、上記画像データをY、Cb及びCrの3つの色成分のデータに変換する。各色成分のデータに対して行う処理内容は同じであるため、以下、Y成分のデータ処理について説明する。Y成分のデータに対して周波数解析として2次元離散ウェーブレット変換を施し、処理単位として矢印A2で示すようなサブバンド（3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH、1HH）で成る各16ビットのウェーブレット係数を得る。ウェーブレット係数を各サブバンドに分割し、更に16枚のビットプレーンに分割する。各サブバンドの16枚のビットプレーンのウェーブレット係数を上位ビットから順に3通りの方法によりスキャンして算術符号化を行う。上記3通りの方法は、“significant propagation pass”、“magnitude refinement pass”、“clean up pass”と呼ばれている。上記算術符号化により矢印A3で示すように、各サブバンド毎に、合計46枚のコーディングパスで成る符号データが生成される。

【0017】

実施の形態1に係る画像圧縮装置100は、各サブバンドのコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から順に、以下の2つの手法により削除（トランケーション）する。

【0018】

第1手法による符号データの削除について説明する。まず、「表1」に示すように、Y、Cb、Crの各色成分別に、各サブバンド（3LL、3HL、3LH、3LL、2HL、2LH、2LL、1HL、1LH、1LL）の各コーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から何枚ずつ削除するかを決めるデータ（以下、ランケーションデータという）で成る1500個以上のデータで構成されるランケーションテーブルを用意する。

【表 1】

データ No. T	Y成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH Cb成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH Cr成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH	データ No. T	Y成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH Cb成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH Cr成分の3LL, 3HL-LH-HH, 2HL-LH-HH, 1HL-LH-HH
T=0	0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 1 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0	T=399	1, 1 1 3, 4 4 6, 101017 9, 101013, 141418, 202027 8, 9 911, 121216, 181823
T=1	0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 2 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0	T=400	1, 1 1 3, 4 4 6, 101017 9, 101013, 141418, 202027 8, 9 911, 121216, 181823
T=2	0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 3 0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 0	.	.
.	.	T=499	.
T=99	0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 6 0, 0 0 3, 4 4 8, 101017 0, 0 0 1, 2 2 6, 7 713	T=500	.
T=100	0, 0 0 0, 0 0 0, 0 0 7 0, 0 0 3, 4 4 8, 101017 0, 0 0 1, 2 2 6, 7 713	.	.
.	.	T=1000	.
T=199	0, 0 0 0, 0 0 0, 5 511 3, 4 4 7, 8 813, 151521 2, 3 3 6, 7 710, 121217	.	.
T=200	0, 0 0 0, 0 0 0, 5 511 3, 4 4 7, 8 813, 151522 2, 3 3 6, 7 710, 121217	T=1500	.
.	.	.	.
T=299	0, 0 0 0, 1 1 4, 8 814 6, 7 710, 111216, 181825 6, 6 6 9, 101013, 151520	.	.
T=300	0, 0 0 0, 1 1 4, 8 814 6, 7 710, 121216, 181825 6, 6 6 9, 101013, 151520	.	.
.	.	.	.

【0019】

例えば、トランケーションデータとして、1, 1 1 1, 1 1 1, 2 2 2 が定義されている場合を考える。上記トランケーションデータは、図1の矢印3に斜線を引いて示すように、算術符号化を行う場合の処理単位である各サブバンドが有する全コードブロックのコーディングパスの符号データを、最下位ビットプレーン側から順に削除する枚数を特定するものであり、本例では、3 LLについて1枚、レベル3のHL、LH、HHについて各1枚、レベル2のHL、LH、HHについて各1枚、レベル1のHL、LH、HHについて各2枚ずつ削除すること意味する。

【0020】

上記「表1」に示すトランケーションデータは、データNo.の増加に伴い、削除する符号データの量（単に符号量と記すこともある）が次第に多くなるように、かつ、再生画像の質が次第に劣化するように構成する。なお、トランケーションテーブルは、データNo.の増加に伴い、削除する符号量が次第に少なくなり、再生画像の質が次第に向上するように構成することも考えられる。この場合における処理内容の変更点は、後に、該当箇所において説明する。

【0021】

各トランケーションデータは、あるサンプル画像を用いた実験又は様々なサンプル画像を用いた実験結果の統計等に基づいて作成する。なお、複数のテーブルを用意しておき、例えば、動画撮影時における各フレーム間における被写体の移動量によって使用するテーブルを切り換える構成を採用しても良い。

【0022】

実施の形態1に係る画像処理装置100では、各サブバンドの16枚のビットプレーンを算術符号化を施して得られる各コーディングパスの符号量をメモリ（図2に示すメモリA及びメモリBが該当する）に記録しておき、上記メモリに記憶している符号量のデータから符号データの削減量（単に符号削減量と記すこともある）を求め、求めた値の目標符号削減量に対する過不足を算出する。符号データの削減量が少なく、目標とする符号削減量に達しない場合には、より大きな値のデータNo.のデータ削減量の多いトランケーションデータを選択する。逆に符号データの削減量が多く、目標とする符号削減量を越える場合、より小さな

値のデータ No. のデータ削減量の少ないランケーションデータを選択する。

【0023】

上記第1手法による符号データの圧縮では、データ No. の増加に伴い徐々に符号削減量が増加すると共に、画質が劣化するように並べたランケーションデータを予め用意することで、JPEG2000の標準に従いランケーション後の符号を復号してランケーション前の画像との歪み量を調べ、最も歪みの少なくなるランケーション内容を特定するといった処理自体が不要になる利点を持つ。

【0024】

第2手法によるデータ削減は、上記第1の手法がランケーションテーブルのデータによりサブバンド毎に特定される枚数のコーディングパスの符号データを一律に削除するのに対し、各サブバンドを更に、第2処理単位であるコードブロックに分割し、各コードブロック毎にウェーブレット係数の大きさに応じて特定される枚数だけ、削除するコーディングパスの枚数を増やすものである。当該第2手法は、同一のサブバンド内でコードブロック毎にデータ削減量を変えるとコードブロックの境界部分で再生画像に目立つ歪みが生じるため、符号データの削除はサブバンド単位で行うのが普通であるところ、サブバンド内で特に画像成分の多い部分は多めにデータ削除を行っても歪みが目立たず、再生画像の質の劣化が穏やかであると感じる人の視覚特性に基づいて行うものである。これにより、通常の処理単位であるサブバンド単位で均一に大きく符号データの削除を行う場合に比べて、再生画像の質をできるだけ高いレベルに維持しつつ圧縮率を高めることができる。

【0025】

より具体的には、各サブバンドのコードブロック毎に当該コードブロックの有効画素のウェーブレット係数の平均値に応じて更に削除するコーディングパスの枚数（0～2）を決める。矢印A3で示される各サブバンドには各コードブロックを点線で区画して表し、マスク数（更に削除するコーディングパスの枚数）を各コードブロックの上に記すと共に、対応するコーディングパスをクロスハッチングして表す。このように、コードブロック毎に削除するコーディングパスの枚

数を調節することにより、再生画像の質の劣化を防ぎつつ、より効率の良い符号データの削除を実現する。

【0026】

(1-2) 画像圧縮装置の構成

図2は、実施の形態1に係る画像圧縮装置100の構成を示す図である。画像圧縮装置100は、ウェーブレット変換部10、算術符号化部20、パケットヘッダ生成処理部30、メモリコントローラ40及びDRAM50で構成される。メモリコントローラ40は、いわゆるアービタ回路であり、上記ウェーブレット変換部10、算術符号化部20及びパケットヘッダ生成処理部30が備える各DMA13、26、25、31、33、35及び37のDRAM50に対するデータアクセス権の調停を行う。DRAM50は、上述した「表1」のデータを記憶している他、処理するフレーム画像の全てのサブバンドについての符号データが書き込まれる。

【0027】

以下、必要に応じて図3～図11を参照しつつ、ウェーブレット変換部10、算術符号化部20及びパケットヘッダ生成処理部30の構成及び動作について詳細に説明する。

【0028】

(1-2-1) ウェーブレット変換部

ウェーブレット変換部10は、画像データを16ビットのウェーブレット係数に変換する。色変換回路11は、入力される画像データをY、Cb及びCrの各色成分に変換して出力する。ウェーブレット変換回路12は、色変換後の各成分のデータに対して2次元離散ウェーブレット変換を実行する。DMA13は、生成されたウェーブレット係数をDRAM50の所定のアドレスに格納する。なお、色変換回路11及びウェーブレット変換回路12は、周知の回路である。

【0029】

(1-2-2) 算術符号化部

算術符号化部20は、上記ウェーブレット変換部10においてDRAM50に格納されたウェーブレット係数に対して算術符号化処理を施し、各サブバンドの

コーディングパス毎の符号データを DRAM50 に書き込むと共に、各サブバンドのコードブロック毎のマスク量（コーディングパス枚数）を特定し、特定したマスク量をメモリ A 又はメモリ B に書き込む。

【0030】

更に、上記特定したマスク量及び各コードブロックのコーディングパス毎の符号量から、トランケーションデータに基づいて各サブバンドのコーディングパスを 1 枚ずつ削除する場合に減少する符号量を特定し、メモリ C 又はメモリ D に書き込む。なお、上記符号量は、各コードブロックについてマスク量に応じた追加の符号データ削除を行った値である。

【0031】

DMA21 は、DRAM50 の所定のアドレスに格納されているウェーブレット係数をサブバンド単位で読み出す。読み出された 16 ビットのウェーブレット係数は、量子化回路 22 においてエントロピー量子化された後、ビットプレーン分割回路 23 に入力され 16 枚のビットプレーンに分割される。算術符号化回路 24 は、サブバンド毎に各ビットプレーンのデータを上位ビットから順に 3 通りの方法（コーディングパスという）によりスキャンして算術符号化を行う。上記 3 通りの方法は、“significant propagation pass”、“magnitude refinement pass”、“cleanup pass” と呼ばれる。算術符号化部 24 から出力される符号データは、 $15 \times 3 + 1 = 46$ 枚のコーディングパスの符号データで成り、DMA25 を介して DRAM50 に書き込まれる。なお、量子化回路 22、ビットプレーン分割回路 23、及び、算術符号化回路 24 は周知の回路である。

【0032】

図 3 は、DRAM50 内の符号データに関するメモリマップである。符号データは、3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH、1HH の順で書き込まれている。例えば、2HH のサブバンド内では、所定の順序で割り当てたコードブロックの番号順（1、2、・・・10、・・・CB2HH・MAX（但し、CB2HH・MAX は、2HH にあるコードブロックに割り当てた番号の最大値を表す））に 46 枚分のコーディングパスの符号データが書き込まれている。

【0033】

再び図2を参照する。DMA 21によってDRAM 50から読み出されたウェーブレット係数は、量子化回路22だけでなく平均値算出回路26にも入力される。平均値算出回路26では、各コードブロックの有効画素のウェーブレット係数の平均値を算出して出力する。ここで有効画素とは、所定の画素マトリクスで成るコードブロック内において有効なウェーブレット係数のデータを持つ画素のことを指す。例えば、図4に示すように、縦64画素×横62画素で成る1LHのサブバンドを16画素×16画素で成るコードブロックに分割した場合、図中右隅に縦に並ぶ各コードブロックについては、右端に×印で示す縦16画素×横2画素は有効なウェーブレット係数のデータを持たない。そこで、当該右隅に縦に並ぶコードブロックについては、×印以外の画素のウェーブレット係数の平均値を求める。なお、当該平均値算出回路26は周知の回路である。

【0034】

再び図2を参照する。マスキング係数計算回路27は、平均値算出回路26から順に出力される各コードブロック毎のウェーブレット係数の平均値の値に応じて0枚、1枚、2枚の追加のマスキング係数、即ち、マスク量（符号データを削除するコーディングパスの枚数）を特定して出力する。

【0035】

図5は、マスキング係数計算回路27の構成を示す図である。マスキング係数計算回路27は、3つの比較器27a、27b及び27cと、1つのセクタ27dにより構成される。比較器27a、27b及び27cの一方の信号入力端子には各コードブロック毎の有効画素のウェーブレット係数の平均値が入力され、残りの信号入力端子にはしきい値1、しきい値2、しきい値3が入力されている。上記しきい値1～3は、しきい値1<しきい値2<しきい値3の関係を満たす。比較器27aは入力される平均値がしきい値1より大きい場合にはHighレベルの信号を出力し、小さい場合にはLowレベルの信号を出力する。同様に、比較器27bは入力される平均値がしきい値2より大きい場合にはHighレベルの信号を出力し、小さい場合にはLowレベルの信号を出力する。比較器27cは入力される平均値がしきい値3より大きい場合にはHighレベルの信号を

出力し、小さい場合にはLowレベルの信号を出力する。

【0036】

セレクタ27dは、比較器27a、比較器27b及び比較器27cからLowレベルの信号が入力される場合にマスク量0を出力し、比較器27aからHighレベルの信号が入力され、残りの比較器27b及び比較器27cからLowレベルの信号が入力される場合にマスク量1を出力し、比較器27a及び比較器27bからHighレベルの信号が入力され、比較器27cからLowレベルの信号が入力される場合にマスク量2を出力する。比較器27a、比較器27b及び比較器27cの全てからHighレベルの信号が入力される場合には、マスク量3を出力する。

【0037】

再び図2を参照する。メモリA及びメモリBは、処理するフレーム画像単位で交互にイネーブルに切り換えられるメモリであり、マスキング係数計算回路27から出力される各サブバンドのコードブロック毎のマスク量を記録する。

【0038】

図6は、メモリAのメモリマップである。メモリBのメモリマップはメモリAと同じである。図示するように、3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH、1HHの各サブバンド内のコードブロック毎のマスク量が記憶される。本図では、2HHのサブバンドでは $CB=1 \sim CB_{2HH}$ ・MAXのマスク量を記憶していることを示している。なお、 CB_{2HH} ・MAXは、サブバンド内のコードブロックに割り当てた番号の最大値を表し、本図の場合、16個のコードブロックを有する2HHのサブバンドでは CB_{2HH} ・MAXは16である。

【0039】

再び図2を参照する。算術符号化回路24の出力する符号データは、符号量算出回路28にも出力される。符号量算出回路28では、各コードブロックのビットプレーンに対応するコーディングパス毎の符号量を計数し、係数値をデータ処理回路29に出力する。データ処理回路29には、更に、上記メモリA又はメモリBに書き込まれた各コードブロックのマスク量（コーディングパス枚数）が入

力される。データ処理回路 29 は、各サブバンドのコーディングパスの符号データを最下位のビットプレーン側から 1 枚ずつ削除する場合において、更に、マスク量を考慮した符号データの削減量を求め、求めた符号データの削減量を表すデータをメモリ C 又はメモリ D に書き込む。

【0040】

図 7 は、メモリ C のメモリマップを示す図である。メモリ D のメモリマップはメモリ C のメモリマップと同じである。図示するように、アドレス ADD 3 L L には、サブバンド 3 L L の 46 枚のコーディングパスを最下位のビットプレーンから順に削除した場合の符号データの削減量を示すデータが書き込まれる。アドレス ADD 3 H L、アドレス ADD 3 L H、アドレス ADD 3 H H、アドレス ADD 2 H L、アドレス ADD 2 L H、アドレス ADD 2 H H、アドレス ADD 1 H L、アドレス ADD 1 L H 及びアドレス ADD 1 H H についても同様である。

【0041】

図 7 では、更にアドレス ADD 1 L H ~ ADD 1 H H の空間に書き込まれるデータについて詳しく示す。各コーディングパスの符号データを最下位のビットプレーン側から順に削除した場合の符号データの削減量 S_n (但し、 n は 0 ~ 46) は、ある一定のビット数 (例えば 20 ビット) のデータで表現される。上記 20 ビット分のデータ書き込み領域を確保するオフセットアドレス ADD OFF を特定すれば、コーディングパスを 0 枚 ~ 46 枚と順に削除する場合の符号データの削減量 S_n を示すデータは、アドレス ADD 1 L H に削除するコーディングパスの枚数分のオフセットアドレスを加算したアドレス (ADD 1 L H、ADD 1 L H + ADD OFF、ADD 1 L H + 2 × ADD OFF、ADD 1 L H + 3 × ADD OFF、…、ADD 1 L H + 46 × ADD OFF) に順に書き込まれることになる。

【0042】

図 8 は、データ処理回路 29 の状態遷移図である。当該状態遷移図を、米国 Synopsys 社の論理合成ツールに入力することで具体的な回路が自動的に設計される。以下、状態遷移図の説明を行う。まず、サブバンド特定パラメータ SB の値に

対応するサブバンドを定義しておく。即ち、 $SB=1$ は3LLに対応し、 $SB=2$ は3HLに対応し、 $SB=3$ は3LHに対応し、 $SB=4$ は3HHに対応し、 $SB=5$ は2HLに対応し、 $SB=6$ は2LHに対応し、 $SB=7$ は2HHに対応し、 $SB=8$ は1HLに対応し、 $SB=9$ は1LHに対応し、 $SB=10$ は1HHに対応する。

【0043】

パラメータSBの値を1に設定する（ステップS1）。符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を特定するパラメータBPの値を0に設定すると共に、BP枚目のコーディングパスの符号データを最下位のビットプレーン側から削除することにより減少する符号量（符号データの変量）を示す変数SBPの値を0に設定する（ステップS2）。パラメータSBの値により特定されるサブバンドのコードブロックを特定するパラメータCBの値を1に設定する（ステップS3）。

【0044】

パラメータBPの値にパラメータCBの値により特定されるコードブロックにおいて削除するマスク量M(CB)を加算した値を、当該コードブロックにおいて符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を示すパラメータQとする（ステップS4）。パラメータCBの値により特定されるコードブロックの最下位ビットプレーン側からQ枚分のコーディングパスの符号量の合計SBP(CB)を算出する（ステップS5）。

【0045】

パラメータBPの値が0の場合、即ちマスク量分のコーディングパスの符号データだけを削除する場合（ステップS6でNO）、SBP(CB)の値を直接符号量SBPに設定する（ステップS8）。

【0046】

パラメータBPの値が1以上の場合（ステップS6でYES）、SBP(CB)の値から前回の $SBP-1(CB)$ の値を差し引いた値をSBP(CB)とし（ステップS7）、当該SBP(CB)をSBPの値に加算し、加算した値を符号量SBPとする（ステップS8）。

【0047】

パラメータCBに1を加算する（ステップS9）。ここで、パラメータCBの値がパラメータSBで特定されるサブバンドのコードブロックに割り当てた番号の最大値 $CB_{SB} \cdot MAX$ 以下の場合には（ステップS10でNO）、上記ステップS4に戻る。他方、パラメータCBの値が上記 $CB_{SB} \cdot MAX$ よりも大きい場合には（ステップS10でYES）、フレーム単位でイネーブルに切り換えるメモリAおよびメモリBの内、選択されているメモリのアドレスADD“SB”にオフセットアドレスとして $ADD_{OFF} \times BP$ を加算した値のアドレスに符号量 S_{BP} を書き込む（ステップS11）。上記アドレスADD“SB”は、例えば、パラメータSBが1の場合、図7に示したようにアドレスADD 3LLのことを示す。

【0048】

パラメータBPに1を加算する（ステップS12）。ここで、パラメータBPの値が46以下の場合（ステップS13でNO）、上記ステップS3に戻る。他方、パラメータBPの値が46を越えた場合、即ち、パラメータSBで特定されるサブバンドの46枚のコーディングパス全てについての処理が終了した場合には（ステップS13でYES）、次のサブバンドについて処理を行うため、パラメータSBの値に1を加算する（ステップS14）。パラメータSBの値が上記定義した最大値である10以下の場合（ステップS15でNO）、上記ステップS2に戻る。パラメータSBの値が10を越えた場合（ステップS15でYES）、全てのサブバンドについての処理が完了したと判断して処理を終了する。

【0049】

なお、上記状態遷移図に基づく処理は、図示しない中央演算処理装置によるソフトウェア処理によって実現しても良い。この場合の処理フローチャートは、上記状態遷移図と同じである。

【0050】

(1-2-3)パケットヘッダ生成処理部

パケットヘッダ生成処理部30は、上記算術符号化部20において求めた、各サブバンドのコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から1枚

づつ削除する場合であって、更に、コードブロック毎のマスク量を考慮に入れた場合の符号データの削減量に基づいて、符号データを所望量だけ削除するのに適当なランケーションデータのデータ No. を特定し、特定したデータ No. のランケーションデータに基づいて得られる符号データの packets ヘッダを生成し、ビットストリームを形成して出力する。

【0051】

レートコントロール回路 32 は、まず、「表 1」に定めるデータ No. 128 のランケーションデータを DMA 31 を介して DRAM 50 より読み出し、読み出したランケーションデータの内容に従い、全てのサブバンドについてコードブロック毎に特定される符号データの削減量の合計を算出し、目標削減量との比較を行う。ここで、目標削減量に満たない場合には、より大きな値のデータ No. のランケーションデータを読み出し、当該データの内容に従い全てのサブバンドにおけるデータ削減量の合計を求める。逆の場合、即ち、符号データの削減量の合計値が目標削減量よりも多い場合、より小さな値のデータ No. のランケーションデータを読み出し、符号データの削減量を再度算出する。上記符号データの削減量が目標削減量であるとみなせる値になる 1 のデータ No. を特定し、このデータ No. を表すデータを後段の packets 情報生成回路 34 に出力する。

【0052】

図 9 は、レートコントロール回路 32 の構成を示す図である。レートコントロール回路 32 は、大きく分けてアドレス生成回路 60、符号量演算回路 80 及びデータ No. 切替回路 90 とで構成される。

【0053】

アドレス生成回路 60 及び符号量演算回路 80 は、指定されたデータ No. のランケーションデータを上記ランケーションテーブルから読み出し、読み出したランケーションデータの内容に従い各処理単位の符号データの下位ビット側のデータを削除する場合の符号データの量を算出する演算部として機能する。

【0054】

アドレス生成回路 60 は、DMA 31 を介して入力されるランケーションデ

ータの内容に基づいて加算又は減算させるビットプレーンの符号量のデータを読み出すアドレスを生成し、メモリ C 及びメモリ D に出力する。メモリ C 及びメモリ D の内、処理しているフレーム画像のデータが格納されており、イネーブル状態にあるメモリは、指定されたアドレスに格納している符号データの削減量を表すデータを符号量演算回路 80 に出力する。

【0055】

符号量演算回路 80 は、メモリ C 又はメモリ D より送られてくるデータ削減量の全サブバンドについての合計を求め、求めた合計値と目標削減量との比較を行い、比較結果を表す信号を次段のデータ No. 切換回路 90 に出力する。

【0056】

データ No. 切換回路 90 は、上記符号量演算回路 80 から出力される比較結果信号に基づいて異なるデータ No. のトランケーションデータを DMA 33 を介して DRAM 50 に要求する。また、符号データ削減量が目標削減量であるとみなせる最終の 1 のデータ No. を表す信号をパケット情報生成回路 36 に出力する。

【0057】

以下、アドレス生成回路 60、符号量算出回路 80 及びデータ No. 切換回路 90 の順に構成及び動作についてより詳しく説明する。

【0058】

DRAM 50 から DMA 31 を介して入力されるトランケーションデータは、アドレス生成回路 60 が備えるシフトレジスタ 61 に出力される。シフトレジスタ 61 は、今回と前回のトランケーションデータを記憶する。比較部 62 は、各サブバンド (3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH、1HH) の今回のトランケーションデータの値から前回のトランケーションデータの値を差し引いた値を求め、求めた値をセクタ 63 に出力する。なお、後述するが、前回の各サブバンドのトランケーションデータは、セクタ 71 に出力される。

【0059】

サブバンド選択回路 64 は、選択信号の更新要求信号の入力に応じてサブバン

ド選択信号を次のサブバンドを選択する値に更新し、出力する。セクタ 63 は、サブバンド選択回路より入力される選択信号に応じて、サブバンド 3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH及び1HHの順に比較結果を表すデータをダウンカウンタ 65 に出力する。上記比較結果を表すデータとは、例えば、選択信号により 1HL のサブバンドが選択されている場合であって、当該 1HL のサブバンドについての前回のトランケーションデータが 1 で今回のトランケーションデータが 3 の場合、差の +2 のことである。セクタ 63 は、比較結果として +2 を表すデータをダウンカウンタ 65 に出力する。

【0060】

ダウンカウンタ 65 は、セクタ 63 より出力される上記差のデータ値をダウンカウントする値に設定し、設定された値のダウンカウントを行い、カウント値を AND ゲート 66 の一方の信号入力端子に出力する。AND ゲート 66 の残りの信号入力端子には、レジスタ 68 の出力信号が入力される。即ち、AND ゲート 66 は、ダウンカウンタ 65 がダウンカウントを行っている間、レジスタ 68 の値をそのまま演算器 67 の一方の信号入力端子に出力する。ダウンカウンタ 65 がダウンカウントを終了した場合、AND ゲート 66 は Low レベルの信号を出力する。当該 Low レベルの信号は、選択信号の更新要求信号としてサブバンド選択回路 64 に出力される。

【0061】

演算器 67 の加減算制御端子には、セクタ 63 から出力される信号の符号データが入力される。即ち、演算器 67 は、加減算制御信号として正を表す信号が入力されている間、ダウンカウンタ 65 のカウントタイミングに同期してオフセットアドレス ADDOFF を累算し、これを加算器 69 の一方の信号入力端子に入力する。逆に加減算制御信号として負を表す信号が入力されている間、ダウンカウンタ 65 のカウントタイミングに同期してレジスタ 68 に書き込まれている値からオフセットアドレス ADDOFF の値を減算する。

【0062】

セクタ 70 は、前述したサブバンド選択回路 64 の出力する選択信号に応じ

て対応するサブバンドのアドレスADD (ADD 3LL~ADD 1HH) を加算器69のもう一方の信号入力端子に出力する。加算器69は、セクタ70から出力されるサブバンドのアドレスADDに、ダウンカウンタ65がダウンカウントする回数だけオフセットアドレスADD OFFを累算したアドレスデータを加算器73の一方の信号入力端子に出力する。加算器73の残りの信号入力端子には、乗算器72において、セクタ71の出力値にオフセットアドレスADD OFFの値を乗算した値が入力される。上記セクタ71は、サブバンド選択回路64が出力する選択信号により特定されるサブバンドの前のランケーションデータの値を出力する。上記構成により加算器73は、ダウンカウンタ65のダウンカウントに同期して各サブバンド毎に増加又は減少する符号量のデータを読み出すためのアドレスを生成し、出力する。

【0063】

符号量演算回路80の演算器81の加減算制御端子には、アドレス生成回路60において生成された加減算制御信号が入力されると共に、イネーブルになっているメモリC又はメモリDからアドレス生成回路60より指定されるアドレスに格納されている符号データの削減量を表すデータが入力される。演算器81のもう一方の信号入力端子には、レジスタ82を介して前回の当該演算器81の出力が再入力されている。当該構成により、レジスタ82には、今回選択されているランケーションデータに基づく符号データの削減量が格納される。

【0064】

2入力ANDゲート84の一方の信号入力端子には、アドレス生成回路60のサブバンド選択回路64の選択信号が入力される。ANDゲート84の残りの信号入力端子には、レジスタ83が接続されている。レジスタ83には、サブバンド1HHを選択した後、即ち、全てのサブバンドの選択が終了した後に出力される選択信号（最初に戻って3LLのサブバンドを選択する信号である場合を含む）と同じ値のデータが格納されている。これにより、サブバンド選択回路64により、全てのサブバンドの選択が終了した後、ANDゲート84からHighレベルのイネーブル信号が比較器85のイネーブル端子に出力される。比較器85は、レジスタ82から出力される全サブバンドの符号データの削減量の値と目標

削減量とを比較し、符号データの削減量が目標削減量よりも多い場合にはHighレベルの比較結果信号を、少ない場合にはLowレベルの比較結果信号を次段のデータNo. 切換回路90に出力する。

【0065】

図10は、データNo. 切換回路90の状態遷移図である。当該状態遷移図を、米国Synopsys社の論理合成ツールに入力することで具体的な回路が自動的に設計される。以下、状態遷移図の説明を行う。

【0066】

まず、処理内容指数nの値を1に設定し（ステップS20）、トランケーションデータのデータNo. Tを128に設定する（ステップS21）。設定したデータNo. TをDMA33に出力する（ステップS22）。符号量演算回路80の比較器85から、データNo. Tのトランケーションデータに基づいて算出された全サブバンドの符号データの削減量と目標削減量との比較結果信号が入力されるのを待つ（ステップS23でNO）。上記比較結果信号を受け取った場合であって（ステップS23でYES）、その時の処理内容指数nの値に応じ、更には、上記比較結果信号が符号データの削減量が目標削減量よりも多いことを表している場合（Highレベルである場合）、又は、少ないことを表している場合（Lowレベルである場合）に応じて以下の処理を実行する（ステップS24）。

【0067】

具体的には、指数n値が1の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップS25でYES）、現在のデータNo. T（=128）の値に128を加算し（ステップS26）、上記ステップS22に戻る。従って、符号データの削減量が目標削減量よりも少ない場合には、処理内容指数nの値は1に保持される。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップS25でNO）、現在のデータNo. T（=128）の値から64を減算し（ステップS27）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。

【0068】

上記ステップ S 2 4 において、処理内容指数 n の値が 2 の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップ S 2 8 で YES）、データ No. T の値に 3 2 を加算し（ステップ S 2 9）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップ S 2 8 で NO）、データ No. T の値から 3 2 を減算し（ステップ S 3 0）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。

【0069】

上記ステップ S 2 4 において、処理内容指数 n の値が 3 の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップ S 3 1 で YES）、データ No. T の値に 1 6 を加算し（ステップ S 3 2）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップ S 3 1 で NO）、データ No. T の値から 1 6 を減算し（ステップ S 3 3）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。

【0070】

上記ステップ S 2 4 において、処理内容指数 n の値が 4 の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップ S 3 4 で YES）、データ No. T の値に 8 を加算し（ステップ S 3 5）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップ S 3 4 で NO）、データ No. T の値から 8 を減算し（ステップ S 3 6）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。

【0071】

上記ステップ S 2 4 において、処理内容指数 n の値が 5 の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップ S 3 7 で YES）、データ No. T の値に 4 を加算し（ステップ S 3 8）、指数 n の値に 1 を加算した後（ステップ S 5 4）、上記ステップ S 2 2 に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップ S 3 7 で NO）、データ No.

． Tの値から4を減算し（ステップS39）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。

【0072】

上記ステップS24において、処理内容指数nの値が6の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップS40でYES）、データNo. Tの値に2を加算し（ステップS41）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップS40でNO）、データNo. Tの値から2を減算し（ステップS42）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。

【0073】

上記ステップS24において、処理内容指数nの値が7の場合であって、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップS43でYES）、データNo. Tの値に1を加算し（ステップS44）、フラグFの値を0にセット（ステップS45）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。他方、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップS43でNO）、データNo. Tの値に1を減算し（ステップS46）、フラグFの値を1にセットし（ステップS47）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。

【0074】

上記ステップS24において、処理内容指数nの値が8以上場合、フラグFの値に応じて以下の処理を行う。即ち、フラグFの値が0の場合であって（ステップS48でYES）、符号データの削減量が目標削減量に比べて不足している場合（ステップS49でYES）、データNo. Tの値に1を加算し（ステップS50）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。また、フラグFの値が1の場合であって（ステップS48でNO）、符号データの削減量が目標削減量に比べて多い場合（ステップS51でNO）、データNo. Tから1を減算し（ステップS52）、指数nの値に1を加算した後（ステップS54）、上記ステップS22に戻る。

【0075】

他方、フラグFの値が0の場合であって（ステップS48でYES）、符号データ削減量が多い場合（ステップS49でNO）、又は、フラグFの値が0であって（ステップS48でNO）、符号データ削減量が不足している場合（ステップS51でYES）には、トランケーションデータの番号を1増減するだけで目標削減量に比べて符号データの削減量が少ない状態から多い状態に代わり、又は多い状態から少ない状態に変わることを意味し、換言すれば、符号データ削減量が目標削減量に達したとみなすことができる。そこで、この時のデータNo. Tを最終的に使用する1のトランケーションデータのデータNo. であるとして、当該データNo. Tを表す信号をパケット情報生成回路34に出力し（ステップS53）、処理を終了する。

【0076】

なお、上記状態遷移図に基づく処理は、図示しない中央演算処理装置によるソフトウェア処理によって実現しても良い。この場合の処理フローチャートは、上記状態遷移図と同じである。

【0077】

なお、トランケーションテーブルを、データNo. の増加に伴い、削除する符号量が次第に少なくなり、再生画像の質が次第に向上するように構成する場合、上記ステップS21においてデータNo. の初期値を128の代わりにテーブルが備えるデータNo. の最後から128番目のデータNo. にすると共に、以降データNo. の変更を行うステップにおける加減算を逆、例えば、テーブルNo. を32だけ増加させていた場合には、逆に32だけ減少させるようにすればよい。

【0078】

再び図2に戻る。パケット情報生成回路34は、最終的に選択されたデータNo. のトランケーションデータより特定される各サブバンドのコーディングパス数、その符号量を算出し、算出したデータを後段のパケットヘッダ生成回路36に出力する。

【0079】

図 11 は、パケット情報生成回路の状態遷移図である。当該状態遷移図を、米国Synopsys社の論理合成ツールに入力することで具体的な回路が自動的に設計される。以下、状態遷移図の説明を行う。まず、レートコントロール回路 32 からトランケートテーブルのデータ No. T を表すデータが入力されるのを待機する（ステップ S60 で NO）。上記データ No. T を表すデータを受け取った場合（ステップ S60 で YES）、データ No. T のトランケーションデータを DRAM50 から読み出す（ステップ S61）。読み出したトランケーションデータの内容から符号データ削除後に残る各サブバンドのコードブロックのコーディングパス数を算出する（ステップ S62）。同じく読み出したトランケーションデータの内容に基づいて、メモリ C 又はメモリ D に記憶しているデータから符号データ削除後に残る各サブバンドのコードブロックのコーディングパスの符号量を算出する（ステップ S63）。上記算出した各サブバンドのコードブロックのコーディングパス数及び符号量のデータをパケットヘッダ生成回路 36 に出力する（ステップ S64）。

【0080】

なお、上記状態遷移図に基づく処理は、図示しない中央演算処理装置によるソフトウェア処理によって実現しても良い。この場合の処理フローチャートは、上記状態遷移図と同じである。

【0081】

再び図 2 に戻る。パケットヘッダ生成回路 36 は、パケット情報生成回路 34 より出力される上記上記算出した各サブバンドのコードブロックのコーディングパス数及び符号量のデータ、ゼロビットプレーン数、並びに、DMA 37 より DRAM5 から読み込んだ符号データ等のデータよりパケットヘッダを生成し、符号形成回路 38 に出力する。符号形成回路 38 は、パケットヘッダ生成回路 36 より出力されるデータよりビットストリームを形成し、目標削減量だけ符号データの削減を行った符号データとして外部に出力する。なお、パケットヘッダ生成回路 36 は、周知の回路である。

【0082】

(2) 実施の形態 2

図12は、実施の形態2に係る画像圧縮装置200の構成を示す図である。実施の形態2に係る画像圧縮装置200は、各サブバンドのコードブロック毎に求めたマスク量及び各コードブロックのコーディングパス毎の符号量から、ランケーションデータに基づいて各サブバンドのコーディングパスを削除する場合に残る全サブバンドの符号データの総量を求め、求めた符号データの総量と目標符号量との比較を行うことにより最適なランケーションデータを特定することを特徴とする。

【0083】

実施の形態2に係る画像圧縮装置200の構成は、上述した実施の形態1に係る画像圧縮装置100と基本的に同じである（図2を参照）。以下、画像圧縮装置100が備えるものと異なる構成のデータ処理回路210及びレートコントロール回路220について説明する。なお、便宜上、上記実施の形態1に係る画像圧縮装置100と同じ構成物には同じ参照番号を付して説明する。

【0084】

図13は、画像圧縮装置200のデータ処理回路210の状態遷移図である。当該データ処理回路210は、図2に示した実施の形態1に係る画像圧縮装置100の備えるデータ処理回路29に相当する。当該状態遷移図を、米国Synopsys社の論理合成ツールに入力することにより具体的な回路が自動的に設計される。以下、状態遷移図の説明を行う。

【0085】

まず、サブバンド特定パラメータSBの値に対応するサブバンドを定義しておく。即ち、SB=1は3LLに対応し、SB=2は3HLに対応し、SB=3は3LHに対応し、SB=4は3HHに対応する。SB=5は2HLに対応し、SB=6は2LHに対応し、SB=7は2HHに対応する。SB=8は1HLに対応し、SB=9は1LHに対応し、SB=10は1HHに対応する。

【0086】

パラメータSBの値を1に設定する（ステップS70）。符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を特定するパラメータBPの値を0に設定し、処理対象のコードブロックのコーディングパスの符号データを最下位のビットプレー

ン側からBP枚だけ削除した後に残る処理済のコードブロックについての符号データの総量を示す変数DBPの値を0に設定する(ステップS71)。パラメータSBの値により特定されるサブバンドのコードブロックに1から順に割り当てた番号を特定するパラメータCBの値を1に設定する(ステップS72)。

【0087】

パラメータBPの値にパラメータCBの値により特定されるコードブロックにおいて削除するマスク量M(CB)を加算した値を、当該コードブロックにおいて符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を表すパラメータQとする(ステップS73)。符号量算出回路28の出力からパラメータCBの値に対応するコードブロックの符号データの総量SALL(CB)を特定し、メモリA又はメモリBからQ枚分のコーディングパスの合計符号量SBP(CB)を求め、上記SALL(CB)からSBP(CB)の値を減算して変数DBP(CB)を算出する(ステップS74)。処理済のコードブロックについての符号データの総量を示す変数DBPの値に上記DBP(CB)の値を加算する(ステップS75)。

【0088】

パラメータCBに1を加算する(ステップS76)。ここで、パラメータCBの値がパラメータSBで特定されるサブバンドのコードブロックに割り当てられた番号の最大値であるCBSB・MAX以下の場合には(ステップS77でNO)、上記ステップS73に戻る。他方、パラメータCBの値が上記CBSB・MAXよりも大きい場合には(ステップS77でYES)、フレーム単位でインープルに切り換るメモリC及びメモリDの内、選択されているメモリのアドレスADD“SB”にオフセットアドレスとしてADDOFF×BPを加算した値のアドレスに符号量データDBPを書き込む(ステップS78)。ここでアドレスADD“SB”は、例えば、パラメータSBが1の場合、ドレスADD 3LLのことを示す。

【0089】

パラメータBPに1を加算する(ステップS79)。ここで、パラメータBPの値が46以下の場合(ステップS80でNO)、上記ステップS72に戻る。

他方、パラメータBPの値が46を越えた場合、即ち、パラメータSBで特定されるサブバンドの46枚のコーディングパス全てについて処理が終了した場合には（ステップS80でYES）、次のサブバンドの処理を行うため、パラメータSBの値に1を加算する（ステップS81）。パラメータSBの値が上記定義した最大値である10以下の場合（ステップS82でNO）、上記ステップS71に戻る。パラメータSBの値が10を越えた場合（ステップS82でYES）、全てのサブバンドについての処理が完了したと判断して処理を終了する。

【0090】

なお、上記状態遷移図に基づく処理は、図示しない中央演算処理装置によるソフトウェア処理により実現しても良い。この場合の処理フローチャートは、上記状態遷移図と同じである。

【0091】

図14は、画像圧縮装置200のメモリC又はメモリDのメモリマップを示す図である。図示するように、アドレスADD 3LLには、サブバンド3LLの46枚のコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から順に削除し、更にコードブロック毎に特定されるマスク量の枚数のコーディングパスの符号データを更に削除した場合に残る符号データの総量を示すデータが書き込まれる。アドレスADD 3HL、アドレスADD 3LH、アドレスADD 3HH、アドレスADD 2HL、アドレスADD 2LH、アドレスADD 2HH、アドレスADD 1HL、アドレスADD 1LH、アドレスADD 1HHについても同様である。

【0092】

図14では、アドレスADD 2HH～ADD 1HLの空間に書き込まれるデータについて詳しく示してある。サブバンド2HHにおいて各コーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から順に削除し、更にコードブロック毎に特定されるマスク量の枚数のコーディングパスの符号データを削除した場合に残る符号データの量Dn（但しnは0～46）は、ある一定のビット数（例えば20ビット）のデータで表現される。上記20ビット分のデータ書き込み領域を確保するオフセットアドレスADD OFFを特定すれば、コーディングパスを0

枚～46枚削除する場合に残る符号量 D_n を示すデータは、アドレス $ADD\ 2H$ に削除するコーディングパスの枚数分のオフセットアドレスを加算したアドレス($ADD\ 2HH$ 、 $ADD\ 2HH+ADD\ OFFF$ 、 $ADD\ 2HH+2\times ADD\ OFFF$ 、 $ADD\ 2HH+3\times ADD\ OFFF$ 、…、 $ADD\ 2HH+46\times ADD\ OFFF$)に順に書き込まれることになる。

【0093】

図15は、画像圧縮装置200のレートコントロール回路220の構成を示す図である。レートコントロール回路220は、まず、No. 128のランケーションデータをDMA31を介してDRAM50より読出し、読み出したランケーションデータの内容に従いメモリC又はメモリDより各サブバンドの符号データの削除後の符号量を読み出し、これらの合計値を求め、目標符号量との比較を行う。ここで、目標符号量よりも符号量が多い場合、より大きなデータNo. のランケーションデータを読出し、読み出したランケーションデータの内容に従い、再度、符号データ削除後の符号量を求める。逆の場合、即ち、符号データの削減後の符号量が目標符号量よりも少ない場合、より小さなデータNo. のランケーションデータを読み出し、読み出したランケーションデータの内容に従い、再度、符号データ削除後の符号量を求める。上記符号データ削除後の符号量が目標符号量であるとみなせる値になる1のデータNo. を特定し、このデータNo. を表すデータを後段の packets 情報生成回路34に出力する。

【0094】

アドレス生成回路230は、DMA31を介して入力されるランケーションデータの内容に従い、各サブバンドの符号データ削除後の符号量のデータを読み出すアドレス信号を生成し、メモリC又はメモリDに出力する。メモリC及びメモリDの内、処理しているフレーム画像のデータが格納されており、イネーブル状態にあるメモリは、指定されたアドレスに格納している符号データ削除後の符号量を表すデータを符号演算回路240に出力する。

【0095】

より具体的には、DMA31より入力されるランケーションデータは、レジスタ231に格納される。レジスタ231は、格納されたランケーションデー

タを各サブバンド毎のデータに分けて格納し、次段のセレクト 232 に出力する。セレクト 232 は、サブバンド選択回路 233 より出力される選択信号に応じて、サブバンド 3LL、3HL、3LH、3HH、2HL、2LH、2HH、1HL、1LH、1HH の順にトランケーションデータを乗算器 235 の一方の信号入力端子に出力する。乗算器 235 の残りの信号入力端子にはオフセットアドレス ADDOFF の値が入力されている。乗算器 235 は、選択信号により選択されたサブバンドのトランケーションデータにより指定される削除するコーディングパスの枚数分のオフセットアドレスを加算器 236 の一方の信号入力端子に出力する。

【0096】

上記サブバンド選択回路 233 は、選択信号の要求信号として入力されるクロック信号 CLK に同期して選択信号を次のサブバンドを選択する値に更新し、出力する。サブバンド選択回路 233 の出力する選択信号は、セレクト 234 にも入力される。セレクト 234 は、選択信号により特定されるサブバンドの先頭アドレス ADD (ADD 3LL ~ ADD 1HH) を加算器 236 の残りの信号入力端子に出力する。

【0097】

上記構成を採用することにより、加算器 236 は、選択信号により選択されたサブバンドのトランケーションデータにより指定される枚数にマスク量を加算した枚数のコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から削除した場合に残る符号量のデータの格納アドレスを生成し、メモリ C 又はメモリ D に出力する。

【0098】

符号量演算回路 240 は、メモリ C 又はメモリ D より送られてくる各サブバンドのデータ削除後の符号量より全サブバンドの符号データ削除後の符号量を求め、求めた符号量と目標符号量との比較を行い、比較結果を表す比較結果信号を次段のデータ No. 切換回路 250 に出力する。

【0099】

メモリ C 又はメモリ D より符号量演算回路 240 に読み出される符号量のデー

タは、加算器 241 の一方の信号入力端子に入力される。加算器 241 の残りの信号入力端子には、当該加算器 241 の出力を格納するレジスタ 242 の値が入力される。当該構成を採用することで、レジスタ 242 にリセット信号が入力されるまでの間、メモリ C 又はメモリ D より読み出される各サブバンドの符号量の合計値がレジスタ 242 に格納される。

【0100】

2 入力 AND ゲート 244 の一方の信号入力端子にはアドレス生成回路 230 のサブバンド選択回路 233 より出力される選択信号が入力される。AND ゲート 244 の残りの信号入力端子には、レジスタ 243 が接続されている。レジスタ 243 には、サブバンド選択回路 233 がサブバンド 1 H H を選択する選択信号を出力した後、即ち、全てのサブバンドの選択信号を出力した後、次に再び最初のサブバンド 3 L L を選択する前の間に出力される選択信号の値が格納されている。上記構成を採用することにより、AND ゲート 244 は、全てのサブバンドの選択信号を出力した後、次に再び最初のサブバンド 3 L L を選択する前のタイミングで比較器 245 のイネーブル端子に H i g h レベルのイネーブル信号を出力し、当該回路をイネーブルに切り換える。

【0101】

比較器 245 は、レジスタ 242 から出力される符号データ削除後の符号量と目標符号量との比較を行い、比較結果信号を次段のデータ No. 切換回路 250 に出力する。

【0102】

データ No. 切換回路 250 は、実施の形態 1 の画像圧縮装置 100 のデータ切換回路 90 と同じ構成でありここでの説明は省略する。

【0103】

(3) 実施の形態 3

図 16 は、実施御形態 3 に係る画像圧縮装置 300 の構成を示す図である。画像圧縮装置 300 は、実施の形態 1 の画像圧縮装置 100 と同じように、各サブバンドのコードブロック毎のマスク量及び各コードブロックのコーディングパス毎の符号量を求め、トランケーションデータに基づいて各サブバンドのコーディ

ングパスを1枚ずつ削除する場合の全サブバンドの符号データの削減量を求め、求めた符号データの削減量と目標符号削減量との比較を行うことにより最適なトランケーションデータを特定する。

【0104】

ここで、上記実施の形態1の画像圧縮装置100が上記全てのサブバンドの符号データの削減量を求めるために、各サブバンドのコードブロックのコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から1枚ずつ削除した時に削減される符号量（符号データの変量）をメモリC及びメモリDに用意するのに対し、上記実施の形態3の画像処理装置300では、上記全てのサブバンドの符号データ削減量を求めるために、各サブバンドのコードブロックのコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から1枚削除した場合の符号データの削減量、2枚削除した場合の符号データの削減量、・・・46枚削除した場合の符号データの削減量をメモリC及びDに用意することを特徴とする。なお、上記2枚削除した場合の符号データの削減量とは、1枚目のコーディングパスの符号データを削除した場合の符号データの変量に、2枚目のコーディングパスの符号データを削除した場合の符号データの変量を加えた値である。

【0105】

実施の形態3に係る画像圧縮装置300の構成は、上述した実施の形態1に係る画像圧縮装置100と基本的に同じである（図2を参照）。以下、画像圧縮装置100が備えるものと異なる構成のデータ処理回路310及びレートコントロール回路320について説明する。なお、便宜上、上記実施の形態1に係る画像圧縮装置100と同じ構成物には同じ参照番号を付して説明する。

【0106】

図17は、画像圧縮装置300のデータ処理回路310の状態遷移図である。当該データ処理回路310は、図2に示した実施の形態1に係る画像圧縮装置100の備えるデータ処理回路29に相当する。当該状態遷移図を、米国Synopsys社の論理合成ツールに入力することにより具体的な回路が自動的に設計される。以下、状態遷移図の説明を行う。

【0107】

まず、サブバンド特定パラメータ SB の値に対応するサブバンドを定義しておく。即ち、 $SB=1$ は 3LL に対応し、 $SB=2$ は 3HL に対応し、 $SB=3$ は 3LH に対応し、 $SB=4$ は 3HH に対応する。 $SB=5$ は 2HL に対応し、 $SB=6$ は 2LH に対応し、 $SB=7$ は 2HH に対応する。 $SB=8$ は 1HL に対応し、 $SB=9$ は 1LH に対応し、 $SB=10$ は 1HH に対応する。

【0108】

パラメータ SB の値を 1 に設定する（ステップ S90）。符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を特定するパラメータ BP の値を 0 に設定し、処理対象のコードブロックのコーディングパスの符号データを最下位ビットプレーン側から BP 枚だけ削除した時の符号データの総削減量を示す変数 S_{BP} の値を 0 に設定する（ステップ S91）。パラメータ SB の値により特定されるサブバンドのコードブロックに 1 から順に割り当てた番号を特定するパラメータ CB の値を 1 に設定する（ステップ S92）。

【0109】

パラメータ BP の値にパラメータ CB の値により特定されるコードブロックにおいて削除するマスク量 $M(CB)$ を加算した値を、当該コードブロックにおいて符号データの削除を行うコーディングパスの枚数を表すパラメータ Q とする（ステップ S93）。No. CB のコードブロックの最下位ビットプレーン側から Q 枚分のコーディングパスの符号データの総量 $S_{BP}(CB)$ をメモリ A 又はメモリ B に記憶するデータより求める（ステップ S94）。変数 S_{BP} の値に上記 $S_{BP}(CB)$ の値を加算する（ステップ S95）。

【0110】

パラメータ CB に 1 を加算する（ステップ S96）。ここで、パラメータ CB の値がパラメータ SB で特定されるサブバンドのコードブロックに割り当てられた番号の最大値である $CB_{SB \cdot MAX}$ 以下の場合には（ステップ S97 で NO）、上記ステップ S93 に戻る。他方、パラメータ CB の値が上記 $CB_{SB \cdot MAX}$ よりも大きい場合には（ステップ S97 で YES）、フレーム単位でインネブルに切り換えるメモリ C 及びメモリ D の内、選択されているメモリのアドレス ADD “SB” にオフセットアドレスとして $ADD_{OFF} \times BP$ を加算した値の A

ドレスに符号データ削減量を表す変数 S_{BP} の値を書き込む (ステップ S 9 8)。
ここでアドレス ADD “SB” は、例えば、パラメータ SB が 1 の場合、ドレス
ADD 3LL のことを示す。

【0111】

パラメータ BP に 1 を加算する (ステップ S 9 9)。ここで、パラメータ BP
の値が 46 以下の場合 (ステップ S 100 で NO)、上記ステップ S 9 2 に戻る。
他方、パラメータ BP の値が 46 を越えた場合、即ち、パラメータ SB で特定
されるサブバンドの 46 枚のコーディングパス全てについての処理が終了した場
合には (ステップ S 100 で YES)、次のサブバンドについて処理を行うため
、パラメータ SB の値に 1 を加算する (ステップ S 101)。パラメータ SB の
値が上記定義した最大値である 10 以下の場合 (ステップ S 102 で NO)、上
記ステップ S 9 1 に戻る。パラメータ SB の値が 10 を越えた場合 (ステップ S
102 で YES)、全てのサブバンドについての処理が完了したと判断して処理
を終了する。

【0112】

なお、上記状態遷移図に基づく処理は、図示しない中央演算処理装置によるフ
ソフトウェア処理により実現しても良い。この場合の処理フローチャートは、上
記状態遷移図と同じである。

【0113】

図 18 は、実施の形態 3 に係る画像圧縮装置 300 のレートコントロール回路
320 の構成を示す図である。本図において、実施の形態 2 に係る画像圧縮装置
200 のレートコントロール 220 と同じ構成物には同じ参照番号を付してここ
での説明を省略する。

【0114】

図示するように、レートコントロール回路 320 は、符号量演算回路 340 の
比較器 345 のみが、実施の形態 2 に係る画像圧縮装置 200 のレートコント
ロール回路 220 と異なる。即ち、比較器 345 には、目標とする符号データの削
減量が入力されている。これは、メモリ C 又はメモリ D に各サブバンドのコード
ブロックのコーディングパスのデータを 1 枚、2 枚・・・と削除した場合の符号

データの削減量が格納されており、レジスタ 242 には、各サブバンドの符号データの削減量の合計値が格納されているためである。

【0115】

【発明の効果】

本発明の画像圧縮装置は、データ No. 順に符号データの削減量が増加又は減少するように、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するようにトランケーションデータを並べたトランケーションテーブルを用意することにより、JPG 2000 の標準に従いトランケーション後の符号を復号してトランケーション前の画像との歪み量を調べ、最も歪みの少なくなるトランケーション内容を特定するといった処理自体を不要にし、符号量と目標値との比較に基づいてデータ No. の増減だけで簡単に符号量の調節を行うことができる。

【0116】

更に、上記画像圧縮装置において、選択したトランケーションデータに基づいて得られる符号データの変量と目標値の差からデータ No. を調節することにより、簡単かつ迅速に符号量の調節を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 に係る画像圧縮装置の実行する符号データの削減処理の概要を説明するための図である。

【図 2】 画像圧縮装置の構成を示す図である。

【図 3】 DRAM のメモリマップを示す図である。

【図 4】 コードブロックのウェーブレット係数の有効画素の平均値を説明するための図である。

【図 5】 マスキング係数計算回路の構成を示す図である。

【図 6】 メモリマップを示す図である。

【図 7】 メモリマップを示す図である。

【図 8】 データ処理回路の状態遷移図を示す図である。

【図 9】 レートコントロール回路の構成を示す図である。

【図 10】 データ No. 切換回路の状態遷移図を示す図である。

【図 11】 パケット情報生成回路の状態遷移図を示す図である。

【図 12】 実施の形態 2 に係る画像圧縮装置の構成を示す図である

【図 13】 データ処理回路の状態遷移図を示す図である。

【図 14】 メモリマップを示す図である。

【図 15】 レートコントロール回路の構成を示す図である。

【図 16】 実施の形態 3 に係る画像圧縮装置の構成を示す図である。

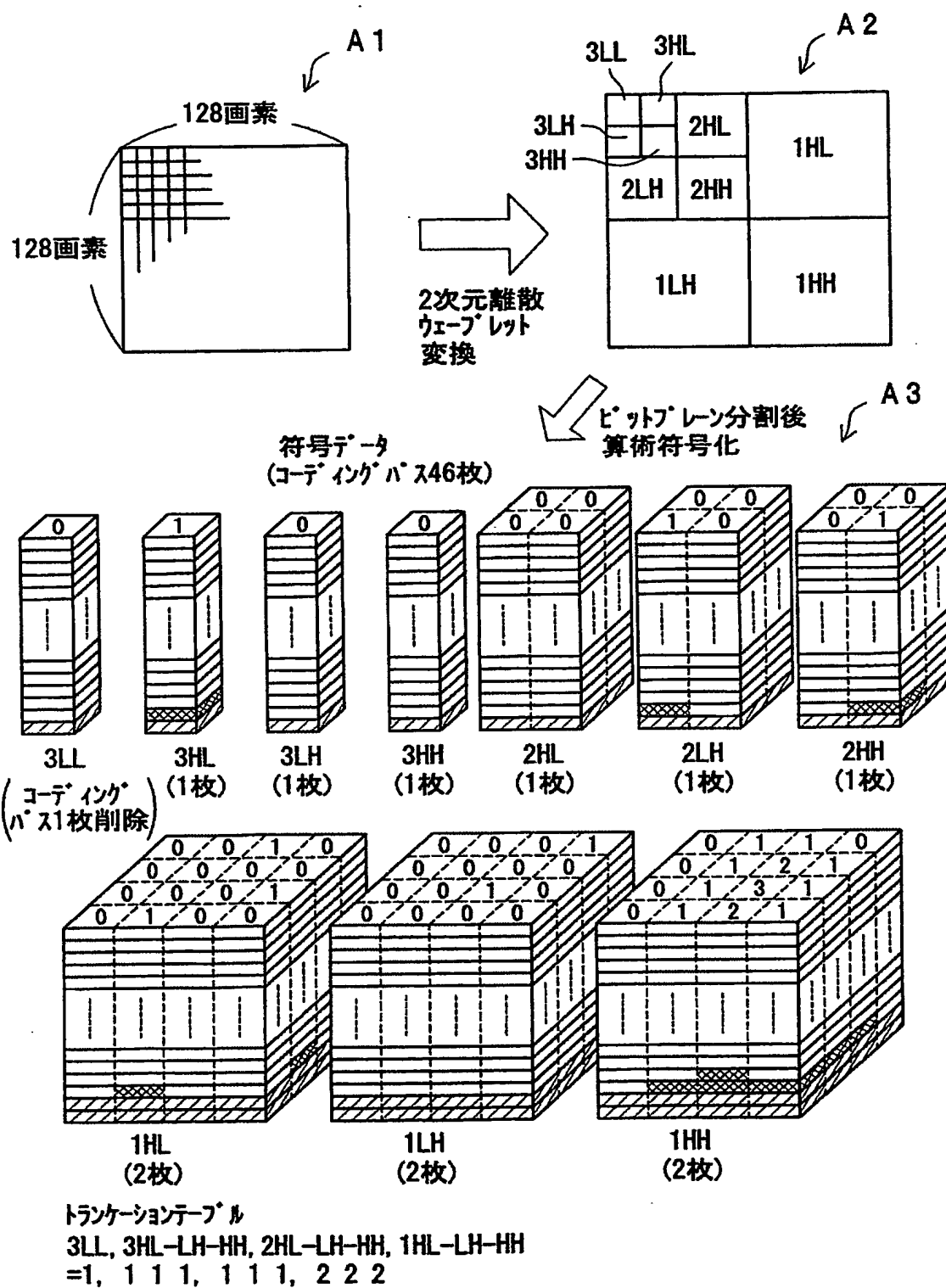
【図 17】 データ処理回路の状態遷移図を示す図である。

【図 18】 レートコントロール回路の構成を示す図である。

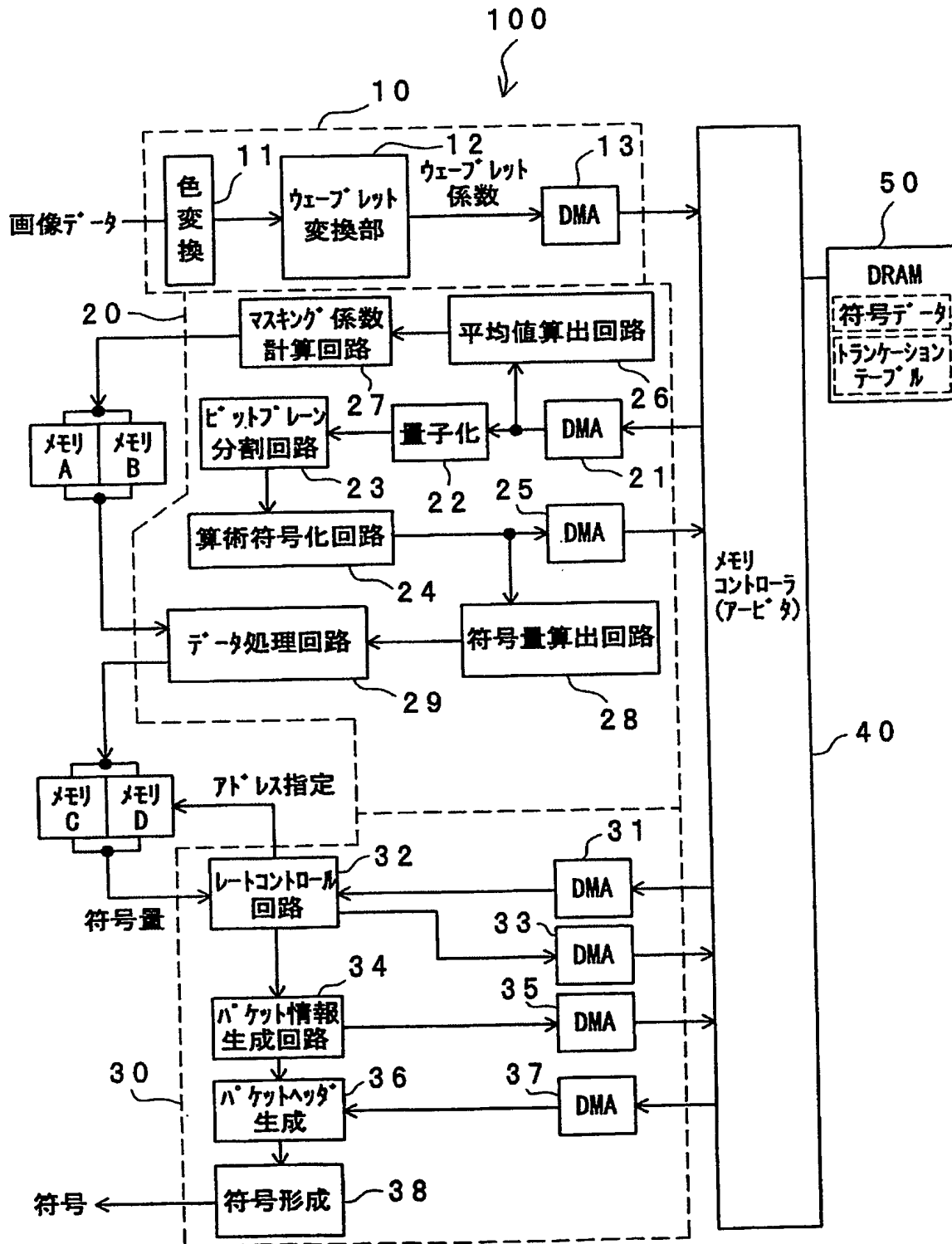
【符号の説明】 29, 210, 310 データ処理回路、32, 220,
320 レートコントロール回路、60, 230 アドレス生成回路、80, 2
40, 340 符号量演算回路。

【書類名】 図面

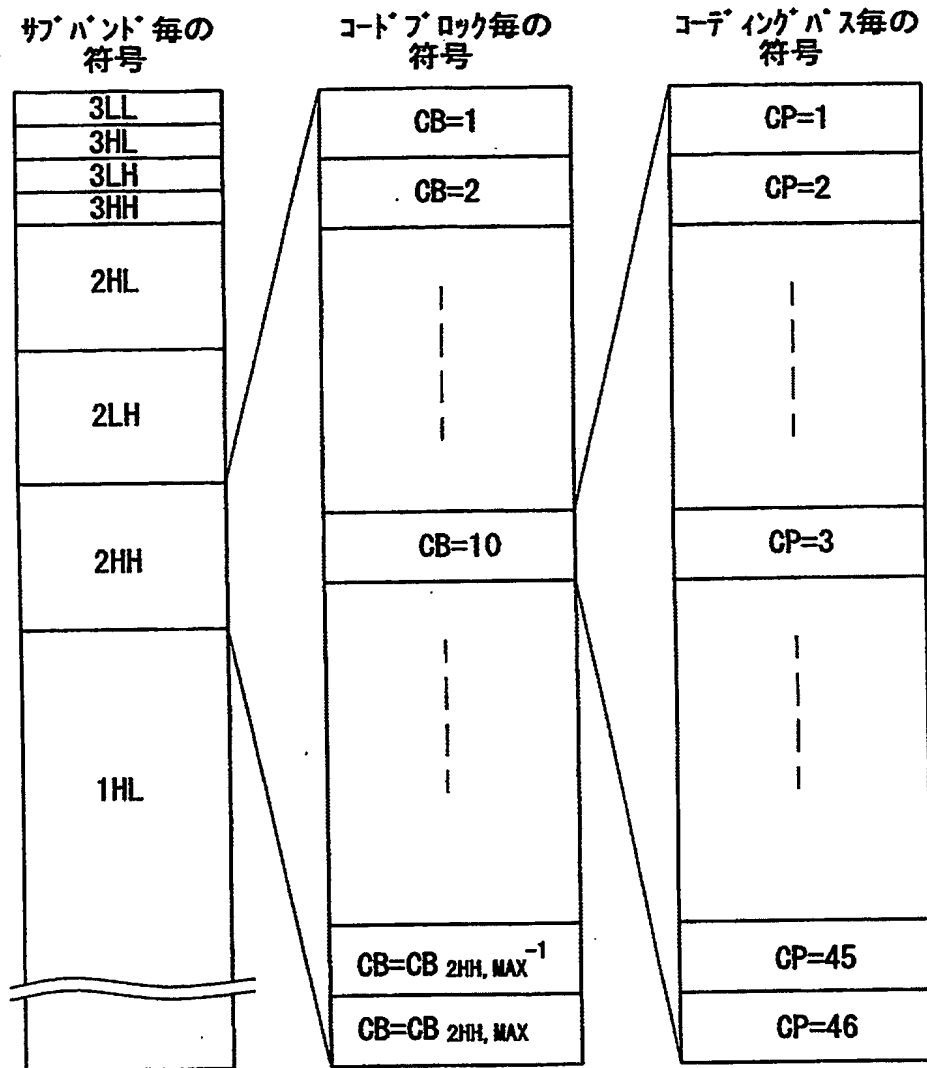
【図 1】



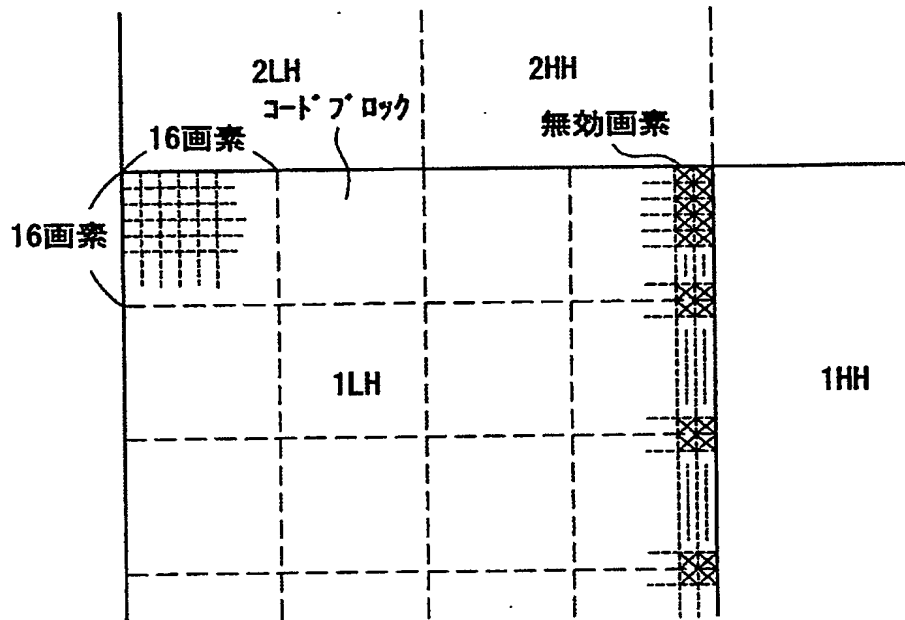
【図 2】



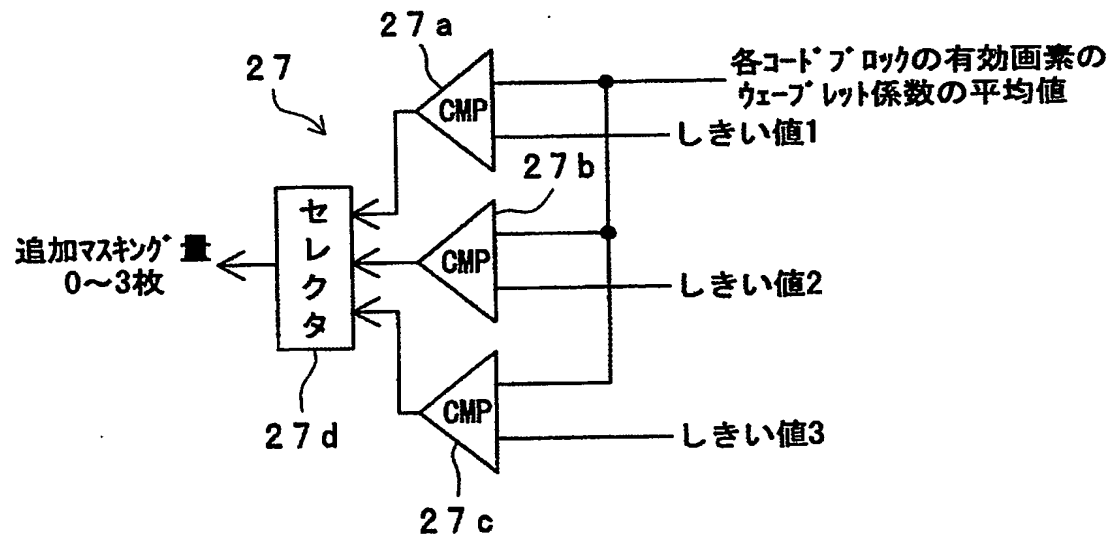
【図 3】



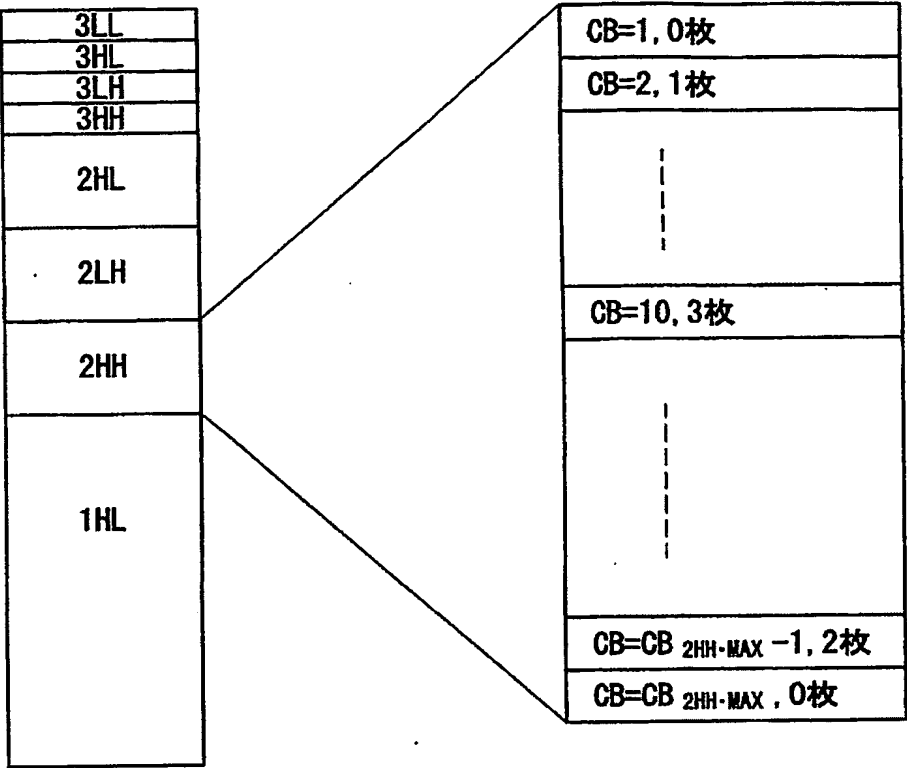
【図 4】



【図 5】

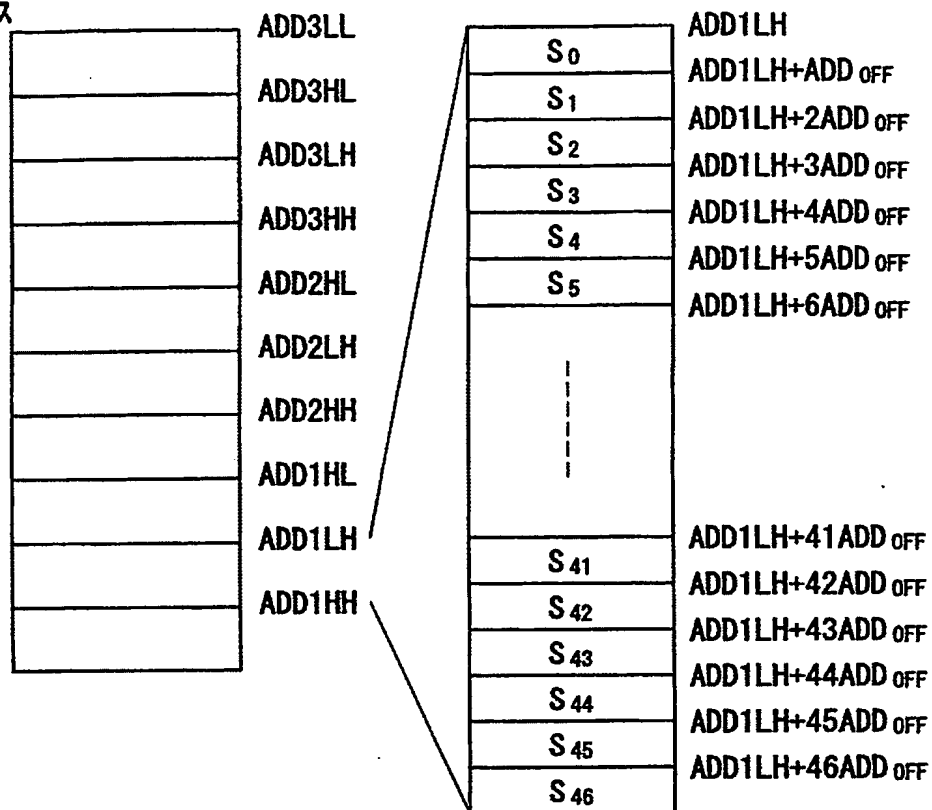


【図 6】

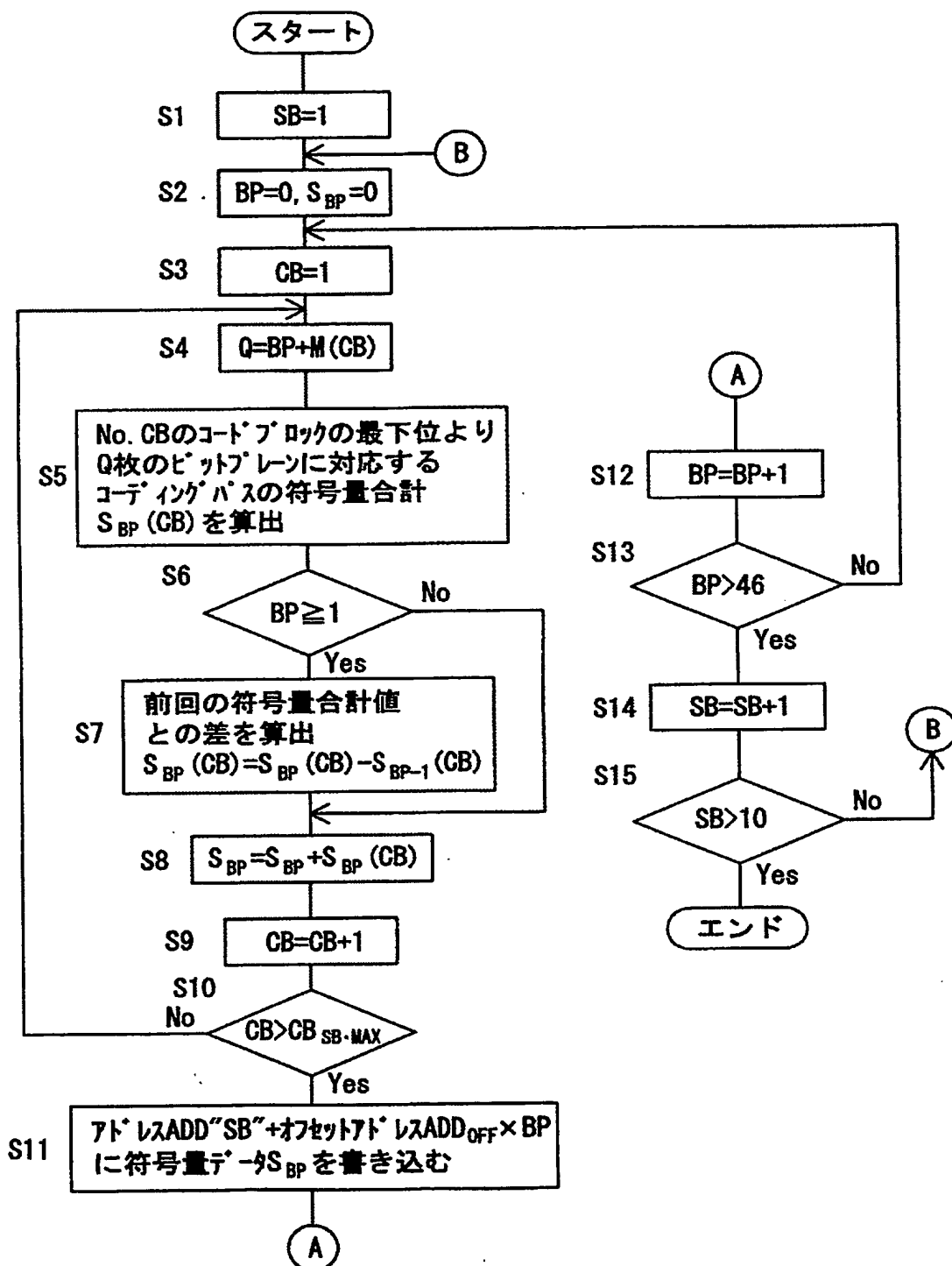


【図 7】

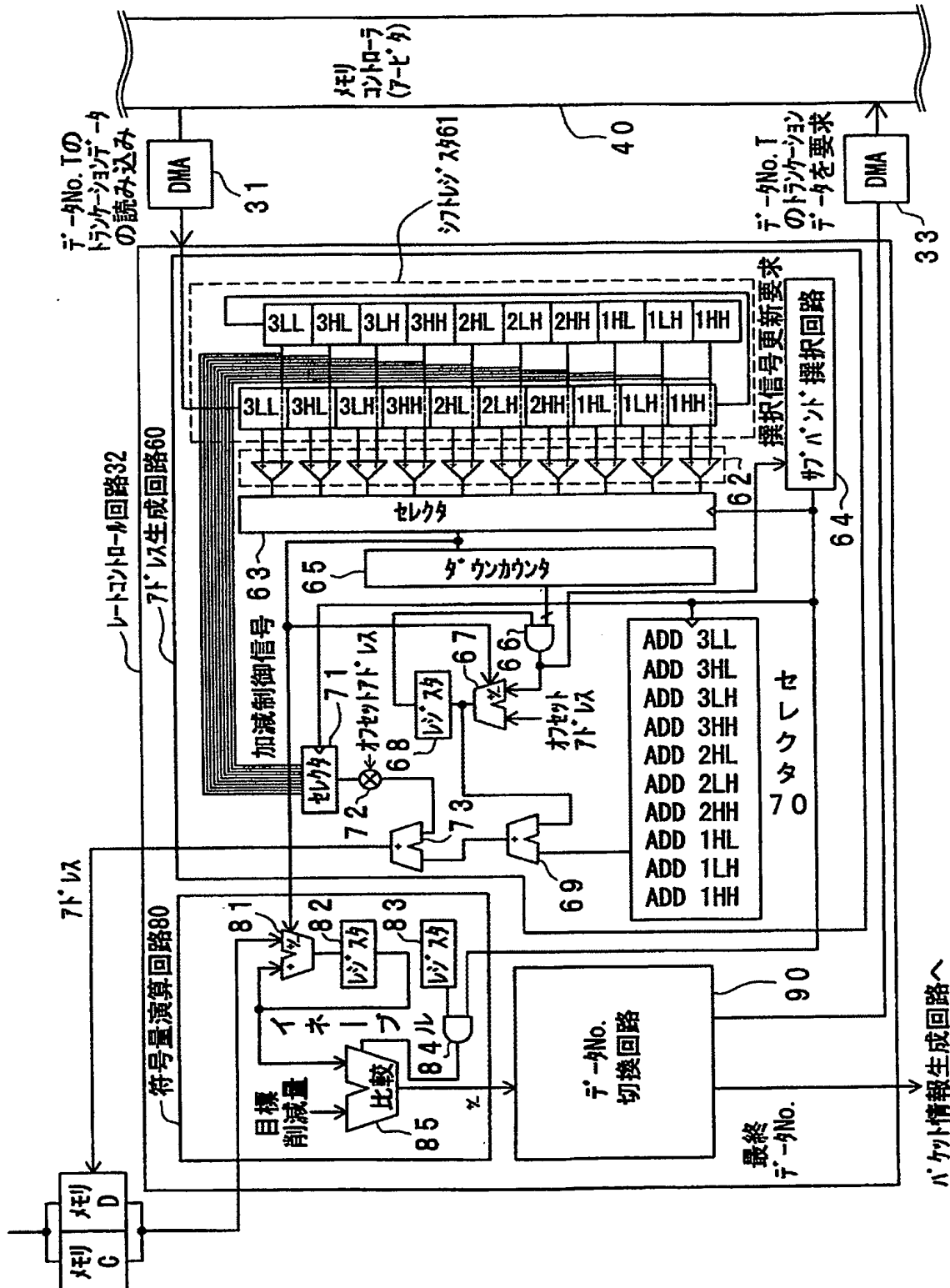
コーディングパス
46枚分の
符号データ {
削減量



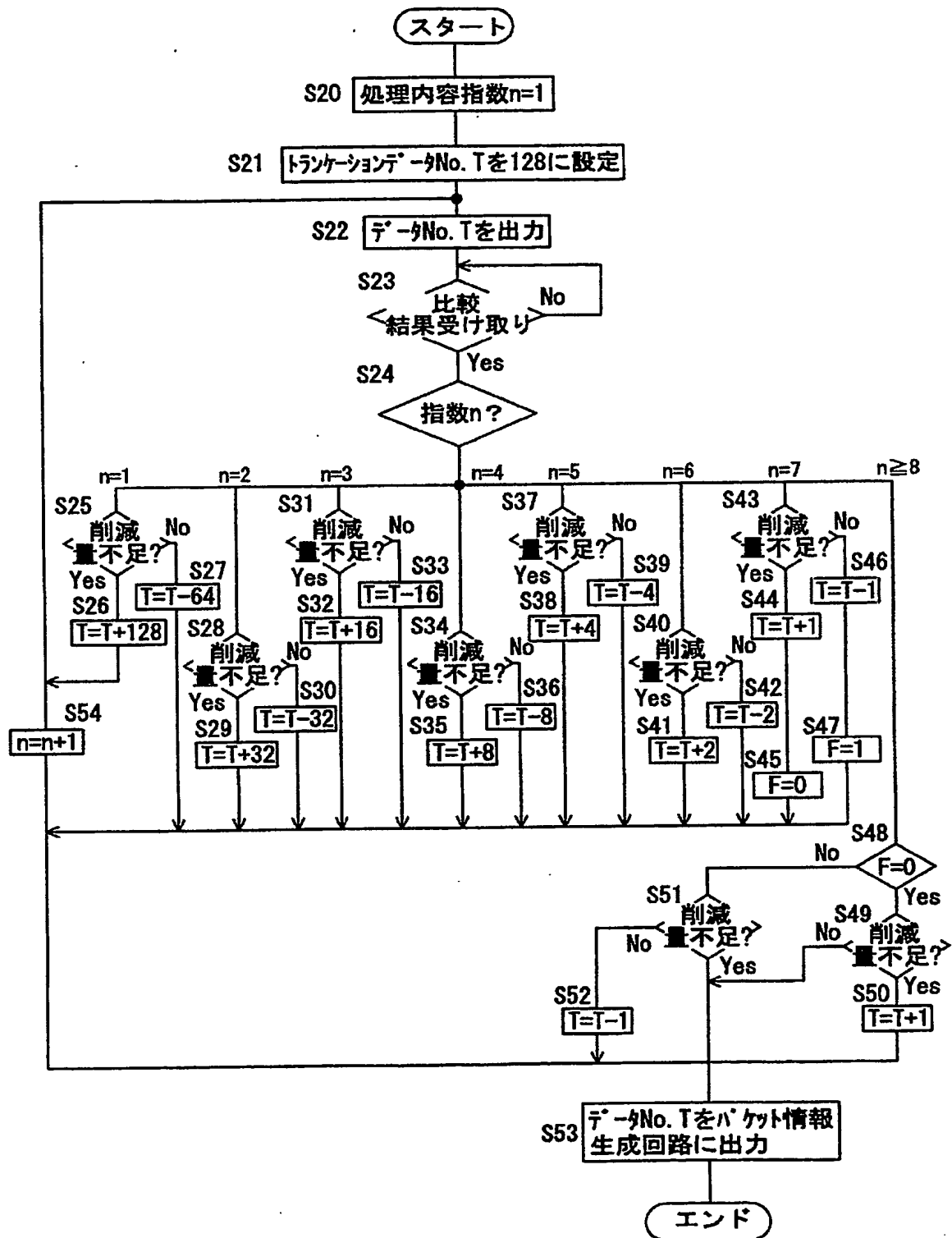
【図 8】



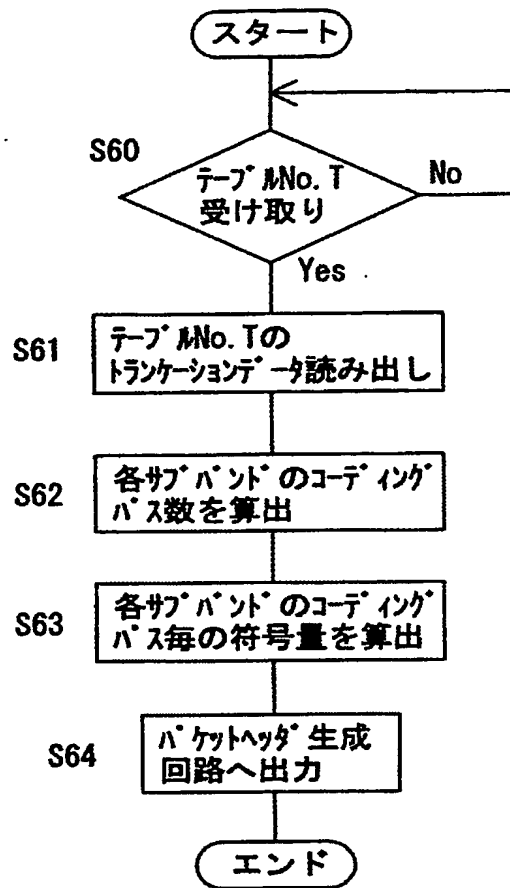
【图 9】



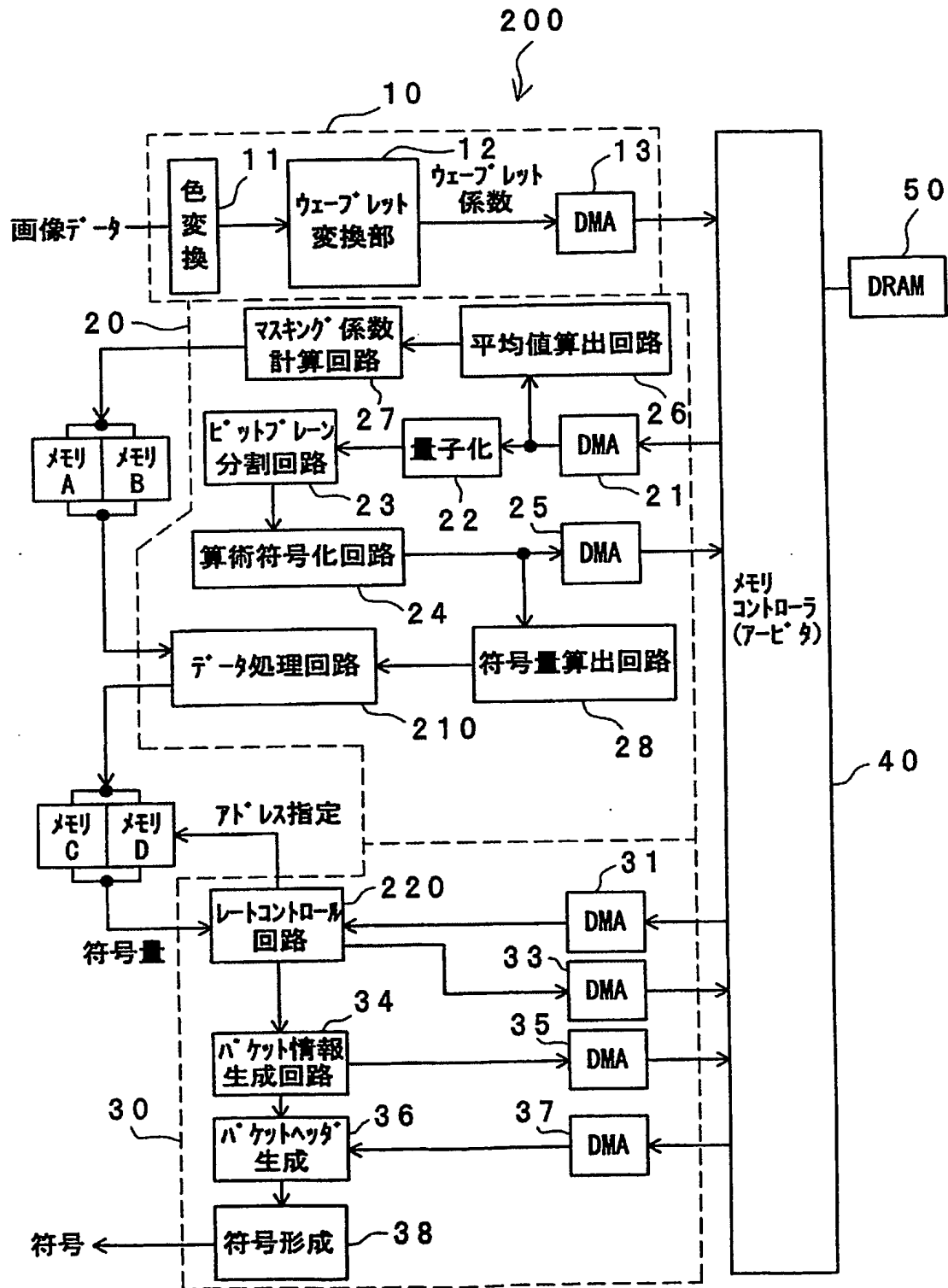
【図 10】



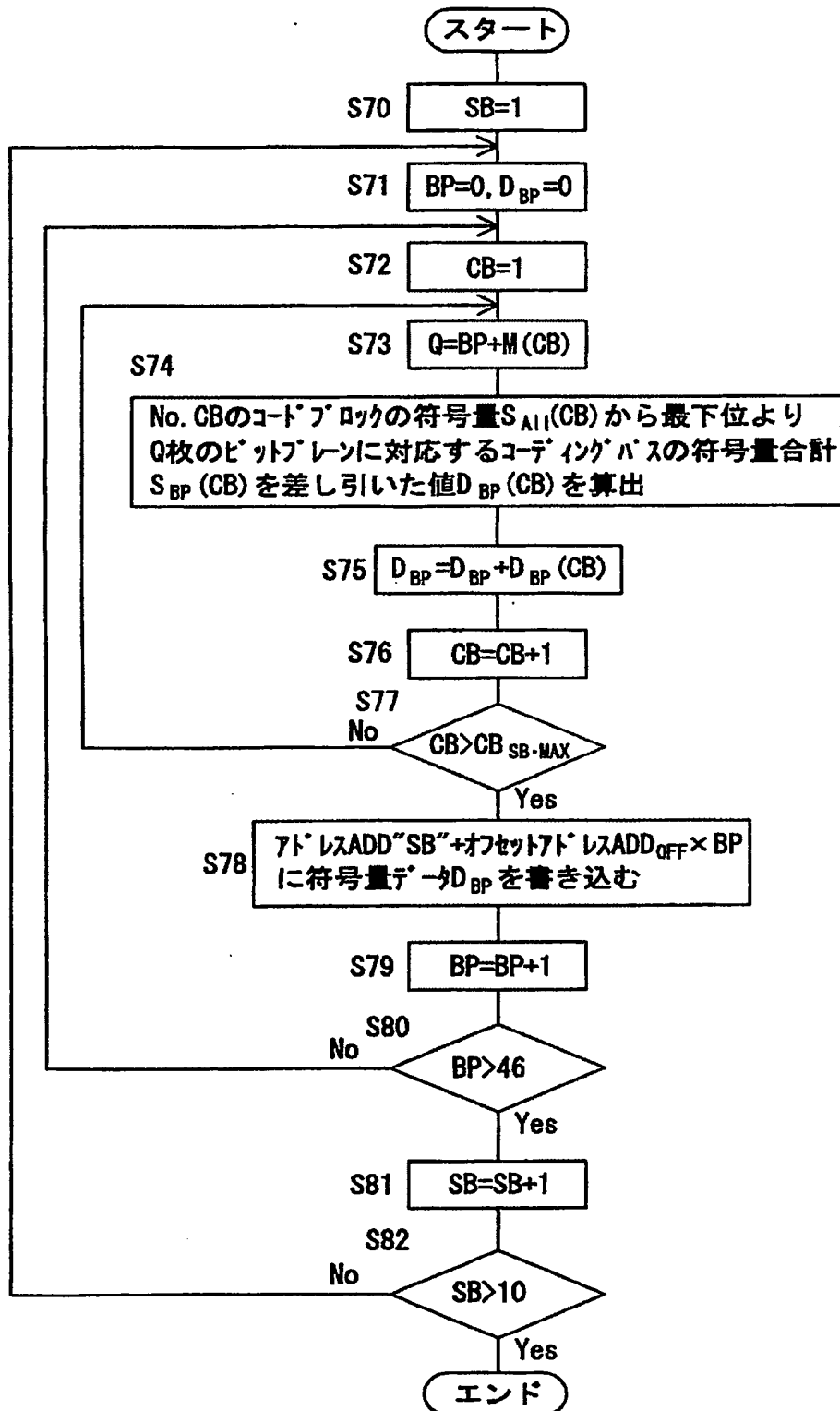
【図 11】



【図 12】

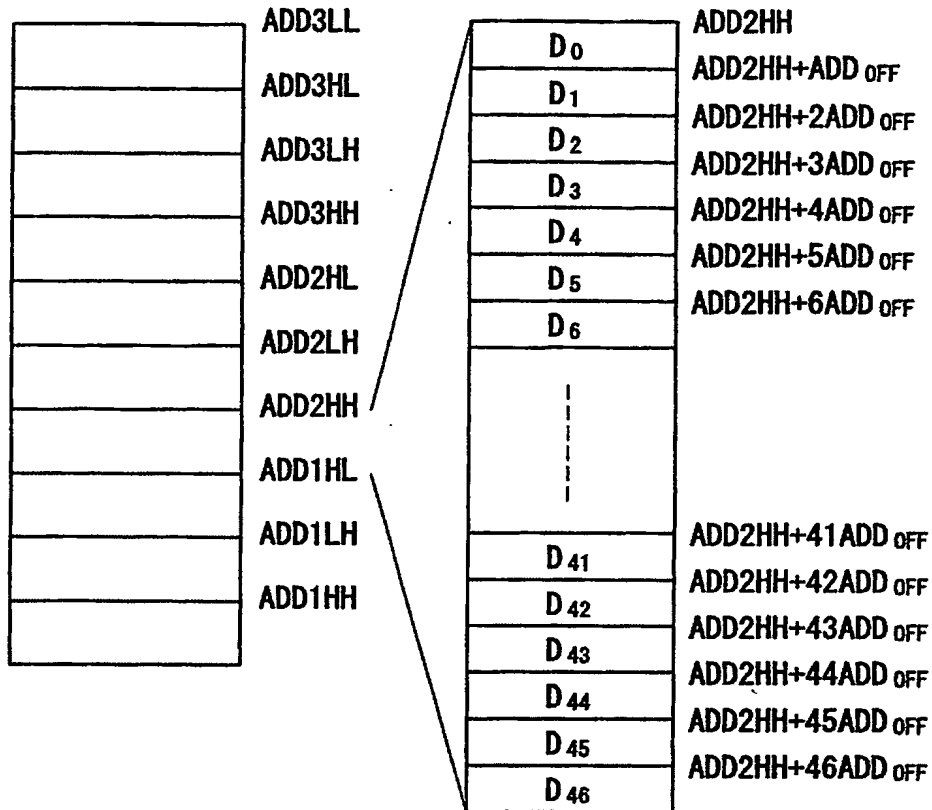


【図 13】

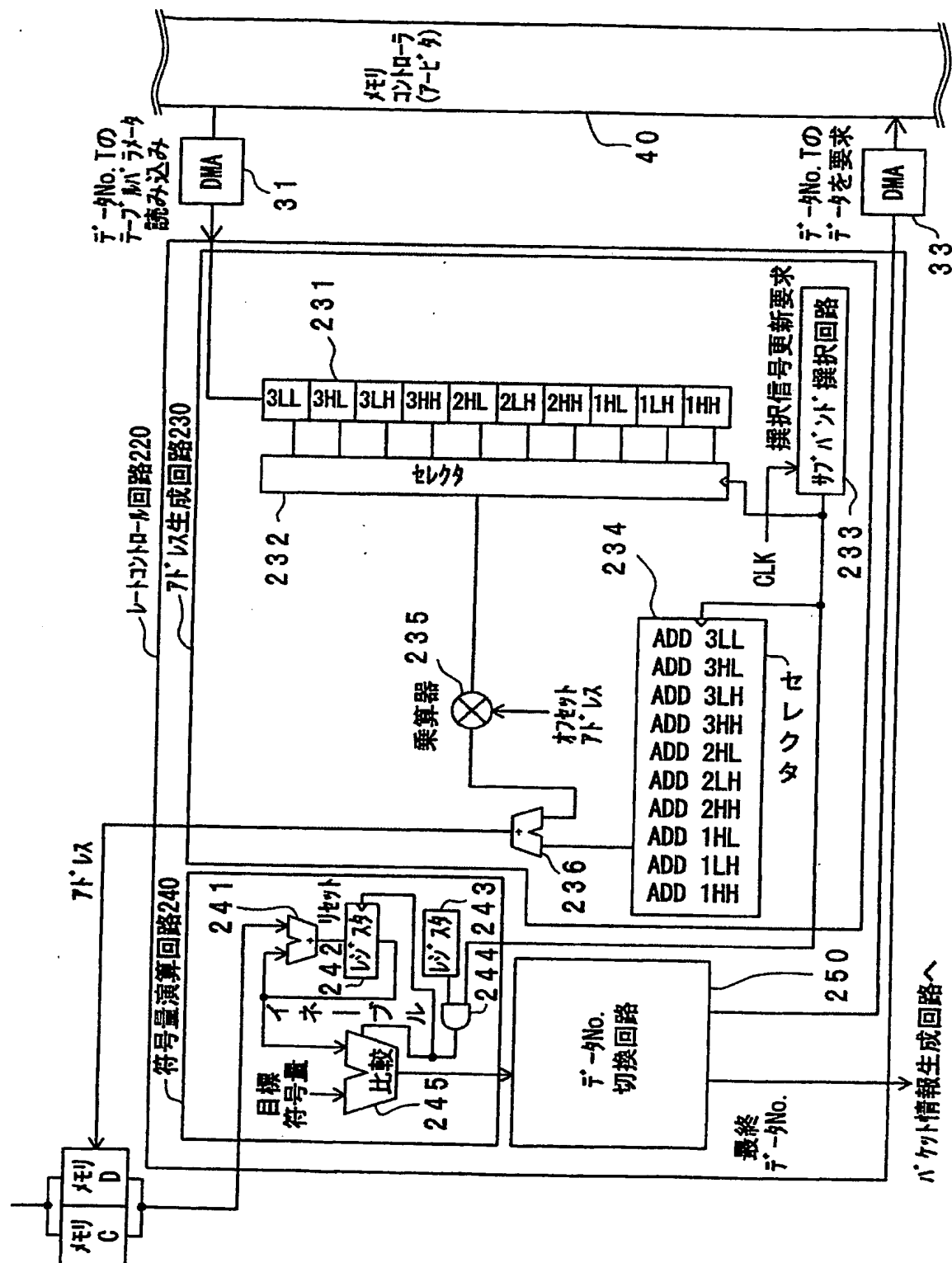


【図 14】

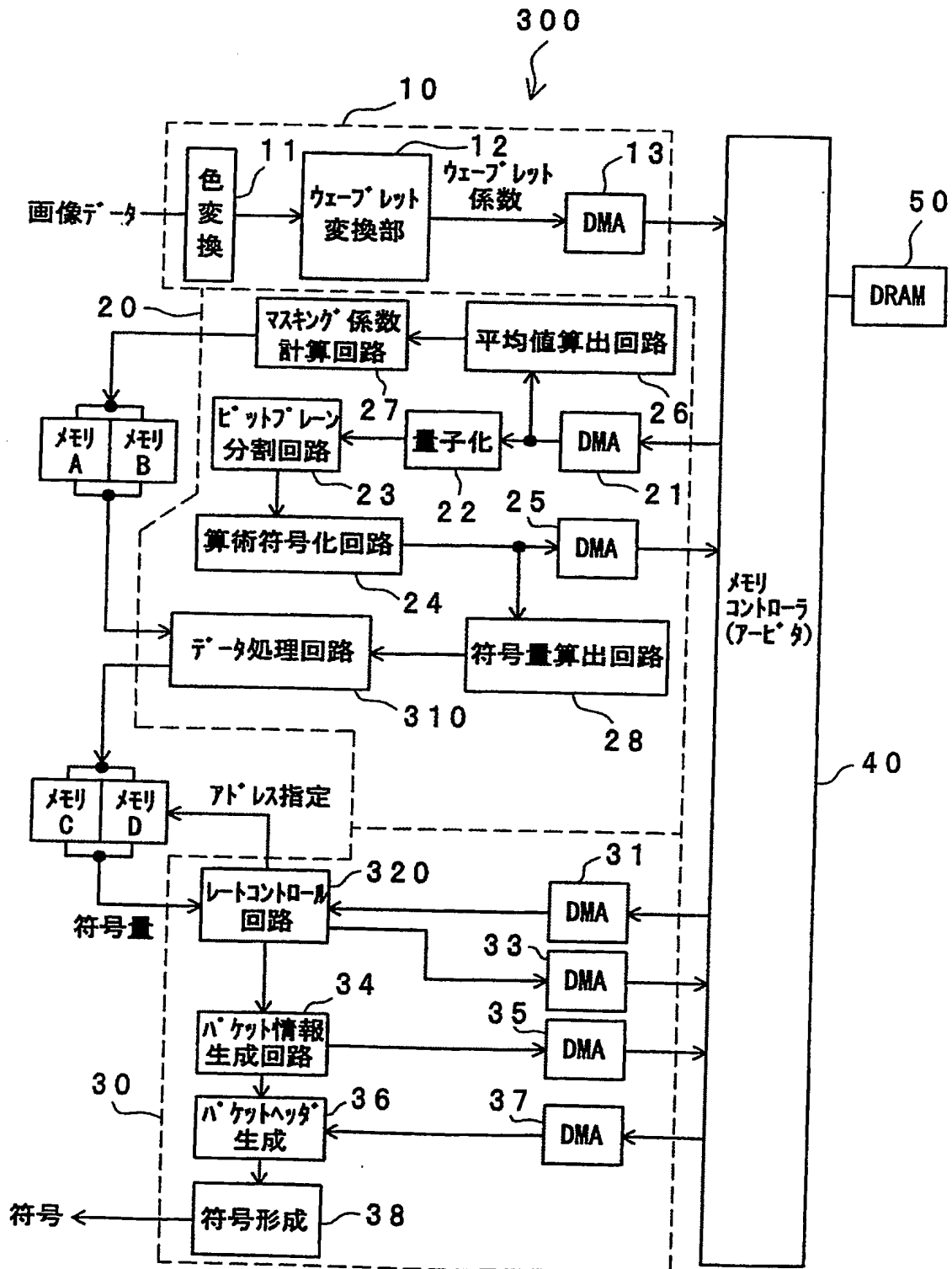
コーディングバス
46枚分の
符号データ
削除後の
符号量



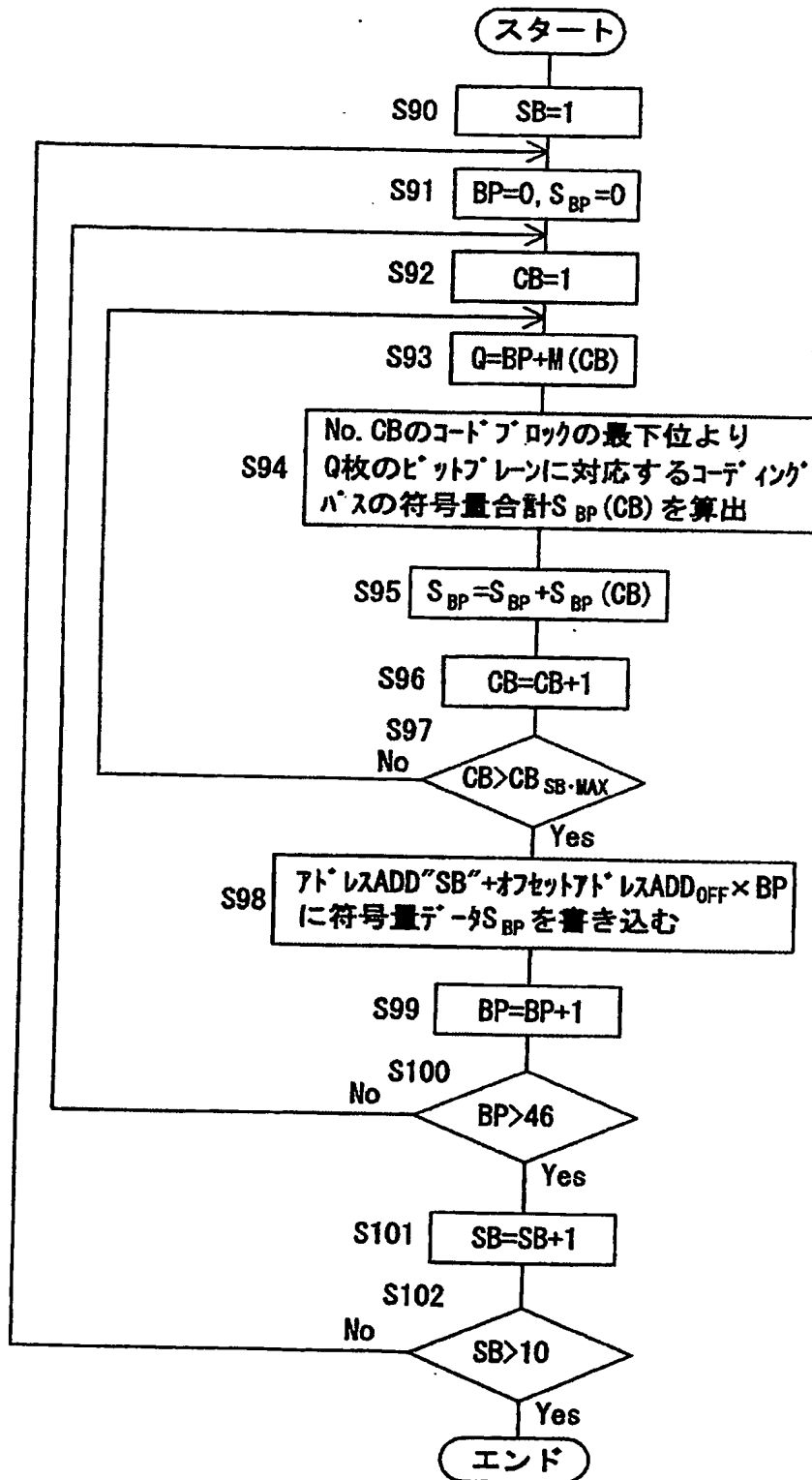
【図 15】



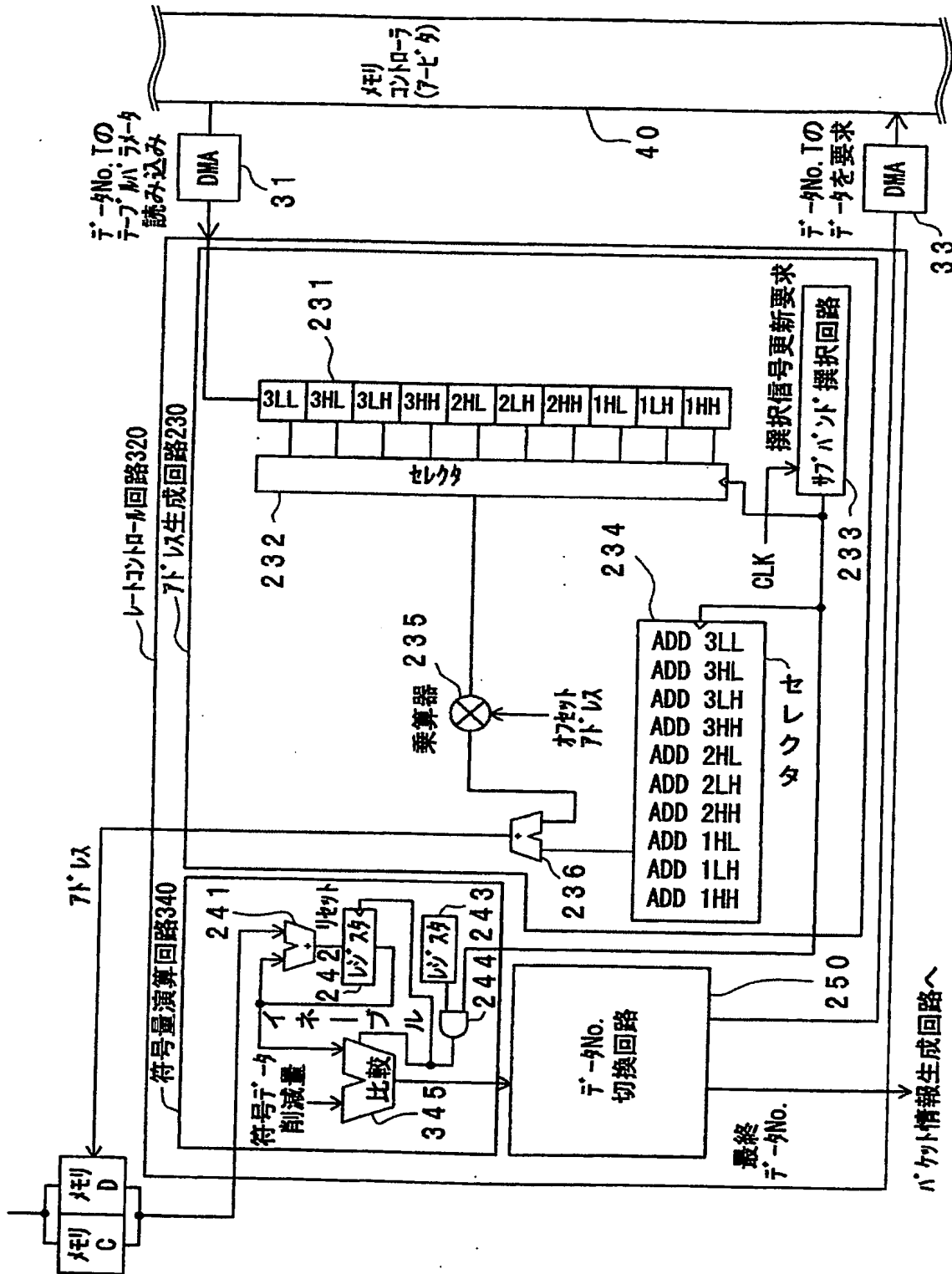
【図16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 再生画像の質をできるだけ保持しつつ、簡単な構成で迅速に目標の符号量に画像データの圧縮が行える画像圧縮装置を提供する。

【解決手段】 本発明の画像圧縮装置は、画像データを周波数解析して得られる係数データを処理単位で符号化して符号データを生成する符号化部と、符号データの内、各処理単位の係数データの下位ビット側のデータに対応する符号データから削除する内容を決めるデータを、データ No. の増加に伴い符号データの削減量が次第に増加又は減少し、かつ、再生画像の質が次第に劣化又は向上するように並べたテーブルと、テーブルより読み出したデータに従い符号データを削除した場合の符号データの変量を算出し、算出した符号データの変量が目標値であるとみなせる 1 つのデータのデータ No. を特定するレートコントロール部とを備えることを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2003-090792

出願人履歴情報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー